

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Badatelsky orientovaná výuka rostlinných barviv na 2. stupni ZŠ  
Inquiry-based science education of plant pigments in upper primary school

Bc. Apolena Novotná

Vedoucí práce: RNDr. Jana Skýbová, Ph.D.  
Studijní program: Učitelství pro střední školy  
Studijní obor: Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro základní školy a střední školy biologie – chemie

2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Badatelsky orientovaná výuka rostlinných barviv na 2. stupni ZŠ vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 21. 4. 2017

.....

podpis

Na tomto místě bych ráda poděkovala RNDr. Janě Skýbové, PhD. za vedení této diplomové práce a ochotu i čas, který mi věnovala. Dále bych ráda poděkovala vedení, vyučujícím a žákům ZŠ Velké Popovice za možnost ověřit navrhované úlohy v praxi. Nakonec děkuji své rodině za trpělivost a plnou podporu poskytnutou mi při studiu.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá propojením výuky rostlinných barviv s badatelsky orientovanou výukou na 2. stupni ZŠ. Teoretická část práce se zabývá současným stavem přírodovědného vzdělání a úrovní českých žáků v přírodovědných předmětech, charakteristikou badatelsky orientované výuky a stručným popisem jednotlivých typů rostlinných barviv. Součástí práce je hodnocení publikací, které zkoumá zastoupení rostlinných barviv v kurikulárních dokumentech. Tímto hodnocením bylo zjištěno, že zkoumané publikace se věnují tematikou rostlinných barviv jen okrajově. Další částí práce je výzkum realizovaný pomocí dotazníkového šetření zabývající se využitím badatelsky orientované výuky vyučujícími přírodopisu na 2. stupni ZŠ. Z výzkumu vyplývá, že většina vyučujících tuto metodu zná a využívá ji ve výuce. Poslední část práce obsahuje návrhy na dvě praktické úlohy týkající se badatelsky orientované výuky rostlinných barviv, které jsou zaměřeny na mezipředmětové vztahy přírodopisu a chemie. Obě úlohy byly úspěšně ověřeny.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

badatelsky orientovaná výuka, rostlinná barviva, praktické úlohy, experiment, mezipředmětové vztahy, přírodopis, chemie

## **ABSTRACT**

This thesis is focused on interconnection between education of plant pigments and inquiry-based science education in upper primary school. The theoretical section of this thesis deals with the current quality of education and knowledge level of Czech pupils in science subjects, as well as characteristic of inquiry based science education and description of various types of plant pigments. Evaluation of publications focused on occurrence of plant pigments in curricular document is another part of this theses. The study revealed that plant pigments represent only a marginal topic of these publications. The next section of this theses is a questionnaire survey about utilization of inquiry based science education among the teachers of biology in upper primary school. The results showed that most of the teachers were well acquainted with the method and applied it during their teaching. The last section of this thesis contains two proposals for experimental tasks of inquiry-based science education of plant pigments, which are focused on interface of biology and chemistry. Both tasks were successfully solved.

## **KEYWORDS**

inquiry-based science education, plant pigments, experimental task, experiment, intersubject connection, biology, chemistry

## Obsah

1	Úvod .....	8
2	Současný stav přírodovědného vzdělávání .....	10
2.1	Aktuální pohled na přírodovědné vzdělávání.....	10
2.2	Přírodovědná gramotnost .....	11
2.3	Mezinárodní testovací projekty PISA a TIMSS .....	12
2.4	Výsledky mezinárodního šetření PISA a TIMSS v České republice z roku 2015 .....	14
3	Badatelsky orientovaná výuka .....	20
3.1	Pojmy týkající se badatelsky orientované výuky .....	20
3.2	Badatelsky orientovaná výuka jako pojem.....	22
3.3	Členění badatelsky orientované výuky.....	24
3.4	Možnosti pojetí výuky s badatelskou činností .....	25
3.5	Význam badatelsky orientované výuky .....	26
3.6	Zavádění badatelsky orientované výuky do praxe .....	27
4	Rostlinná barviva .....	33
4.1	Plastidová barviva .....	34
4.1.1	Porfyrinová barviva .....	34
4.1.2	Barviva tvořená isoprenovými jednotkami.....	37
4.2	Vakuolární barviva .....	40
4.2.1	Fenylpropanoidy / Flavonoidy.....	40
4.2.2	Ostatní barviva.....	41
5	Zastoupení tematiky rostlinných barviv v kurikulárních dokumentech.....	43
5.1	Rostlinná barviva a RVP v základním vzdělávání .....	43
5.2	Metodika hodnocení publikací .....	44
5.3	Seznam hodnocených publikací .....	45
5.4	Výsledky.....	47
6	Dotazníkové šetření.....	49
6.1	Metodika dotazníkového šetření .....	49
6.2	Výsledky.....	50
6.3	Zhodnocení výzkumných otázek a hypotéz .....	60
7	Praktické úlohy pro výuku rostlinných barviv s využitím BOV.....	61
7.1	Chromatografie: kouzla s barvami .....	62
7.2	Není červená jako červená .....	65
8	Diskuse .....	70

9 Závěr .....	75
Seznam obrázků, grafů a tabulek .....	76
Seznam použitých informačních zdrojů .....	77
Přílohy .....	82

# 1 Úvod

Hlavním motivem k vypracování této diplomové práce právě na téma badatelsky orientovaná výuka rostlinných barviv, byla snaha o propojení dvou přírodovědných předmětů, a to přírodopisu a chemie na druhém stupni základních škol. Tyto předměty mají hodně společného a současný stav vzdělávacího systému, kdy se chemie začíná vyučovat až v 8. ročníku základních škol, je od sebe vzdaluje, a žák, chemií dosud nepolíben, vnímá chemii jako úplně nový předmět, který bývá navíc velmi neoblíben vzhledem k všeobecnému dojmu, že chemie je v každém případě špatná a škodlivá. Tento problém se týká i současného pohledu na přírodovědné vzdělávání a také úrovně, které dosahují žáci v přírodovědných předmětech.

Současná společnost chce vychovat člověka samostatně myslícího, schopného rozpoznat a řešit problémové situace, zkrátka takového, který si umí za všech okolností poradit. Aby byl člověk vychován právě k těmto hodnotám, měl by si je osvojovat již na základní škole, a to například pomocí badatelsky orientované výuky, která podporuje samostatné myšlení žáků. Ti si potom pomocí vlastního bádání či ve spolupráci s učitelem osvojí nové znalosti a dokáží své výsledky interpretovat. S badatelsky orientovanou výukou se však nemění jen role žáků, kdy se z jednotlivců v lavicích stávají badatelé nebo badatelské až vědecké týmy, mění se také role učitele, který již není tím hlavním zdrojem informací, ale stává se spíše průvodcem či mentorem poznávání.

Badatelsky orientovaná výuka najde uplatnění ve všech předmětech. Tato práce se však zabývá přírodovědnými předměty, zejména přírodopisem a chemií a jejich propojení. Když jsem přemýšlela o tématu, které by propojilo tyto dva předměty, jako první mě napadla problematika rostlinných barviv. Je to takové téma, které může být probíráno jak v obecných rovinách, tak více do hloubky a zároveň se objevuje v mnoha oblastech učiva, jako je v přírodopisu obecná biologie buněk, fotosyntéza, vlastnosti půdy a prostředí, nebo v chemii směsi a jejich oddělování, pH, práce v laboratoři apod. Navíc je problematika rostlinných barviv pro žáky dobře uchopitelná, barvy rostlin pro ně nejsou tak abstraktní téma a během experimentů mohou žáci pozorovat viditelné barevné změny a snadněji potom vyvozovat závěry a interpretovat výsledky bádání.



#### Cíle práce:

- Charakterizovat současný stav přírodovědného vzdělávání a aktuální úroveň českých žáků v přírodovědných předmětech.
- Vymezit pojem badatelsky orientovaná výuka a popsat možnosti zavádění této metody do výuky.
- Uvést základní informace o rostlinných barvivech.
- Shrnout zastoupení tematiky rostlinných barviv v kurikulárních dokumentech pomocí hodnocení publikací.
- Pomocí dotazníkového šetření zjistit pohled vyučujících přírodopisu na badatelsky orientovanou výuku a její využití na základních školách v okresech Praha-východ a Praha-západ.
- Navrhnout praktické úlohy týkající se výuky rostlinných barviv formou badatelsky orientované výuky, využít při jejich přípravě mezipředmětové vztahy přírodopisu a chemie a ověřit tyto úlohy v praxi.

## 2 Současný stav přírodovědného vzdělávání

Tato kapitola se věnuje charakteristice současného stavu přírodovědného vzdělávání v českém školství. Popisuje aktuální pohled na přírodovědného vzdělávání a také úroveň českých žáků v přírodovědných předmětech zjištěnou prostřednictvím testovacích projektů PISA a TIMSS, které proběhly v roce 2015.

### 2.1 Aktuální pohled na přírodovědné vzdělávání

Papáček (2010) se ve svém článku *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* zabývá základními důvody pro hledání změny paradigmatu přírodovědného vzdělávání. Autor zde uvádí důvody, které způsobují pokles zájmu žáků o studium přírodovědných předmětů. V článku autor zmiňuje zprávy, které vycházejí z analýzy trendů a výsledků mezinárodních šetření PISA a TIMSS. Výsledky těchto šetření potvrzují a shrnují to, s čím se pedagogická praxe aktuálně potýká. Tyto zprávy, např. zpráva společnosti White Wolf Consulting z roku 2009, podávají informace o snižujícím se zájmu o přírodovědné a technické obory (Papáček, 2010). Tento snižující zájem má za důsledek odmítavý postoj k přírodním vědám, kdy si žáci myslí, že přírodovědné obory jsou primárně náročné a obtížné, i když patří k zajímavým a perspektivním předmětům. Středoškolští studenti potom odmítají přírodovědné předměty více než žáci základních škol. Zajímavým srovnáním je i to, že dívky odmítají přírodovědné předměty více než chlapci. Zpráva se také zabývá pravděpodobnými důvody této situace, jedná se zde o vztah mezi prospěchem a preferencí, volbou maturitních předmětů nebo volbou oboru budoucího povolání. Důležitým faktorem je také motivace ze strany učitele a jeho postoj k oboru. Zpráva nachází i možný důvod této situace v tom, že osobní preference studentů vycházejí částečně z ovlivnitelných charakteristik vnějšího prostředí a potenciál prezentace přírodovědných a technických předmětů není zatím plně využit (Papáček, 2010).

Někteří autoři se domnívají (např. Čížková, 2006 in Papáček 2010), že v důsledku narůstání množství nových poznatků se těžiště učiva posunulo spíše do teoretické roviny a tím se zvýšila náročnost učiva (Papáček, 2010). Škoda a Doulík (2009) zase uvádějí, že scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání zavedlo ve školách vysokou míru abstrakce a dozrávání kognitivních funkcí dítěte daného věku není na takové úrovni, aby žáci mohli takovou míru abstrakce uchopit a dokázali s ní pracovat (Papáček, 2010). Tato přemíra abstrakce potom vede k mechanickému učení se faktů bez bližšího pochopení a bez propojování souvislostí. Tento přístup se objevuje už na druhém stupni základních škol a

pokračuje na středních školách. Zejména na gymnáziích se potom můžeme setkat s rozsahem učiva, které ani učitel nemá šanci časově zvládnout, natož aby si ho studenti dokázali efektivně osvojit (Papáček, 2010).

## 2.2 Přírodovědná gramotnost

Přírodovědná gramotnost představuje důležitý aspekt v přírodovědném vzdělávání a je předmětem mezinárodních srovnávacích šetření žáků. Přírodovědná gramotnost je vyjádřena prostřednictvím čtyř aspektů vztažených na úroveň vzdělávání či jednání žáka.

**Aspekty přírodovědné gramotnosti** (Černocký et al., 2011):

**Aktivní osvojení si a používání pojmového systému přírodních věd**, tedy užívání základních pojmů, zákonů, principů a teorií a modelů. Konkrétní teorie a informace o tom, jak má být konkrétní látka vyučována by měly být uvedeny v kurikulárních dokumentech.

**Aktivní osvojení si a používání metod a postupů přírodních věd**, kde se metody a postupy dělí na empirické (experimentování, měření nebo pozorování) a racionální metody a postupy, kdy se formulují závěry a zpracování či vyhodnocování dat na základě analýzy. Mezi racionální metody patří také vyvozování závěrů z přírodovědných hypotéz, teorií nebo modelů nebo postupy pro označení a identifikaci problémů a možnosti řešení problémových situací v přírodovědném zkoumání.

**Aktivní osvojení si a používání zásad hodnocení přírodovědného poznání** zahrnuje různé způsoby testování objektivity, spolehlivosti a pravdivosti přírodovědných tvrzení. Dále se tento aspekt věnuje způsobům zjišťování chyb či zkreslování dat v přírodovědném zkoumání a způsobům kritického zhodnocení informací.

**Aktivní osvojení si a používání způsobů interakce s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti**, tedy užívání matematických prostředků a moderních technologií v přírodovědném poznávání a využívání nabytých vědomostí a dovedností pro řešení a hodnocení každodenních problémů jednotlivce, vyhodnocování objektivity a pravdivosti informací např. v médiích, rozvoj kritického myšlení, rozvoj hodnot a postojů k různým aplikacím přírodovědných poznatků v praxi a důsledky využívání těchto poznatků pro člověka a jeho životní prostředí.

Toto vymezení pojmu přírodovědné gramotnosti je rámcové a reflektuje všechny rysy přírodovědné gramotnosti podle projektu mezinárodního testování PISA i TIMSS. Všechny uvedené aspekty určují to, co je považováno za podstatné z hlediska rozvoje kvalitního přírodovědného vzdělávání žáků a charakterizují podmínky, za kterých mohou žáci uspět v mezinárodních srovnávacích výzkumech.

### **Klíčové dimenze vědeckého přírodovědného poznávání**

Důležitým kritériem pro vymezení pojmu přírodovědné gramotnosti jsou níže uvedené klíčové dimenze vědeckého přírodovědného poznávání, z nichž pak pedagogickou reflexí byly charakterizovány aspekty popisující přírodovědnou gramotnost týkající se vzdělávání. Na základě analýzy literatury formuloval odborný panel pro přírodovědnou gramotnost při VÚP (Výzkumný ústav pedagogický) do čtyř dimenzí vědeckého přírodovědného poznávání (Černocký et al., 2011):

**Pojmový systém** slouží k popisu a vysvětlení přírodních faktů, popisuje probíhající procesy a vztahy mezi jednotlivými objekty.

**Metody a postupy** pomocí kterých se označují a řeší přírodovědné problémy a získávají se přírodovědné poznatky. Jedná se o sběr dat, stanovování hypotéz, teorií, příprava modelů apod.

**Metodologie a etika** řeší vlastnosti přírodovědných pojmů, například jejich logika či reference k realitě.

**Interakce s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti** studují například vzájemné vztahy mezi přírodními vědami a jejich využití pro řešení problémů přesahujících přírodovědnou dimenzi. Jedná se například o sociální, politické či kulturní problémy či morální dilemata (lékařství, vzdělávání atd.) Dále se zde jedná o využití přírodních věd pro osobní rozvoj jednotlivce při řešení každodenních problémů.

## **2.3 Mezinárodní testovací projekty PISA a TIMSS**

Výsledky mezinárodních šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání realizovaných Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) jsou zjišťovány v podobě testovacích projektů PISA, TIMSS, PIRLS nebo ICILS. PISA (*Programme for International Student Assessment*) a TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) se věnují mimo jiné přírodovědné gramotnosti, PIRLS (*Progress in International Reading*

*Literacy Study*) zkoumá čtenářskou gramotnost, ICILS (*International Computer and Information Literacy Study*) potom gramotnost počítačovou a informační. Tato mezinárodní šetření v mnoha zemích významně ovlivňují pohled na vzdělávání, vzdělávací politiku i její směřování.

### **PISA (*Programme for International Student Assessment*)**

Mezinárodní šetření PISA se považuje za největší a nejdůležitější zjišťování v oblasti měření výsledků, která v současné době existují. Šetření je zaměřeno na zjišťování úrovně čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků. Ve většině zemí potom toto testování připadá na žáky posledního ročníku povinné školní docházky. Jednotlivé země jsou z výsledků informovány o tom, jak funguje jejich školský systém a také se dozví o současných vývojových trendech ve vzdělávání. Šetření probíhá v tříletých cyklech, přičemž pokaždé se testování týká jedné z oblastí gramotnosti. Získají se tak podrobnější informace o každém typu gramotnosti.

V České republice se uskutečnilo šetření PISA 2015 zaměřené na přírodovědnou gramotnost. Zapojilo se do něj 345 škol a testování se účastnilo přes 7000 žáků, kteří se narodili v roce 1999. Součástí tohoto testování bylo i vyplňování učitelských dotazníků, do kterého se zapojilo asi 6000 učitelů (Blažek, 2015).

Projekt PISA charakterizuje přírodovědnou gramotnost jako schopnost jedince poznat a pochopit roli, kterou hrají přírodní zákonitosti ve světě. Jedinec (žák) by měl racionálně přemýšlet, zdůvodňovat a pronikat do přírodních věd tak, aby splňovaly jeho životní potřeby. Přírodovědná gramotnost by měla podporovat rozvoj tvořivého, zainteresovaného a přemýšlivého občana.

Cílem tohoto testování není zjišťovat výsledky v přírodovědném vzdělávání, které si žáci osvojili na základě vzdělávacích cílů obsažených v kurikulárních dokumentech jednotlivých zemí, ale spíše definovat a rozvíjet přírodovědné kompetence žáků, které uplatní v současném či budoucím, osobním i profesním životě. Přírodovědná gramotnost se zde soustřeďuje na funkční aspekt přírodovědného poznání, tedy na schopnosti jednotlivce užívat přírodovědné poznání praktickým a funkčním způsobem (Černocký et al., 2011).

### **TIMSS (*Trends in Mathematics and Science Study*)**

Toto mezinárodní šetření zkoumá úroveň znalostí a dovedností žáků podle čtvrtého a/nebo osmého ročníku základních škol v přírodovědných předmětech a v matematice. Probíhá ve čtyřletých cyklech a je koordinováno Mezinárodní asociací pro hodnocení výsledků vzdělávání (IEA). Realizátorem projektu v České republice je Česká školní inspekce. Testování se týká nejen úrovně znalostí žáků, ale zjišťuje se zde i vliv domácího prostředí nebo postoje rodičů, což přispívá k získání informací například o selektivitě vzdělávání.

Projekt TIMSS probíhá ve čtyřletých cyklech od roku 1995 a řeší mimo jiné výzkumné otázky typu:

- Jaké jsou znalosti a dovednosti žáků jednotlivých zemí v matematice a přírodovědných předmětech?
- Jak se změnila úroveň znalostí a dovedností žáků v matematice a přírodovědných předmětech v průběhu sledovaného období?
- Jak se liší obsah, metody a podmínky výuky účastnických zemí?
- Co nejvíce ovlivňuje rozdíly ve výsledcích různých skupin žáků?

Projekt TIMSS na rozdíl od mezinárodního testování PISA vychází z obsahů kurikulárních dokumentů. Hodnotí se zde vzdělávací výsledky žáků s ohledem na osvojení si vědomostí a dovedností vymezených v kurikulárních dokumentech. Testování se soustřeďuje především na to, co se žáci mají naučit prostřednictvím kurikula a už se tolik nezabývá tím, zda jsou žáci schopni aplikovat znalosti o přírodních vědách k různým sociálním problémům a jak výuka přírodních věd rozvíjí formování žáka jako odpovědného občana schopného racionálně myslet (Černocký et al. 2011).

## **2.4 Výsledky mezinárodního šetření PISA a TIMSS v České republice z roku 2015**

Rok 2015 byl rokem velkého testování přírodovědné gramotnosti. Konaly se obě výzkumná šetření zabývající se přírodovědnými předměty. V prosinci roku 2016 vydala Česká školní inspekce Národní zprávy z mezinárodních šetření PISA 2015 a TIMSS 2015.

## PISA 2015

Pro účely PISA 2015 byla stanovena definice funkční přírodovědné gramotnosti (Blažek, Příhodová, 2016).

Přírodovědná gramotnost je schopnost přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan. Přírodovědně gramotný člověk je schopen a ochoten zapojit se do věcné debaty o přírodních vědách a technologiích, k čemuž musí disponovat těmito dovednostmi (Blažek, Příhodová, 2016):

- Vysvětlovat jevy vědecky, to znamená rozpoznávat, hodnotit a přemýšlet o vysvětlení různých přírodních jevů a technologií.
- Vyhodnocovat a navrhopat přírodovědný výzkum, tedy navrhopat vědeckovýzkumné otázky, popisovat a hodnotit přírodovědná zkoumání.
- Vědecky interpretovat data a důkazy, tedy vyvozovat odpovídající vědecké závěry pomocí různých tvrzení, dat a důkazů.

### Kritéria pro hodnocení úrovně přírodovědné gramotnosti

Pro šetření PISA byla definována a účelně a koncepčně zjednodušena kritéria pro hodnocení přírodovědné gramotnosti testovaných žáků (podle Blažek, Příhodová, 2016).

Mezi **dovednosti**, které by měl žák ovládat patří: vysvětlovat jevy vědecky, vyhodnocovat a navrhopat přírodovědecký výzkum, vědecky interpretovat data a důkazy.

Dalším kritériem pro vystižení podstatných aspektů přírodovědného poznávání jsou **znalosti** v obsahové, procedurální, a epistemické dimenzi.

*Obsahová znalost* znamená znalost základních principů vědy, základních teorií a znalost obsahu přírodovědných oblastí. V testování PISA 2015 se kladl důraz na ty obsahové znalosti z přírodovědných předmětů, které mají význam ve skutečných životních situacích a žák se s nimi může setkat v každodenním životě.

*Procedurální znalost* se týká znalosti běžných postupů a strategií, které se používají při vědeckém zkoumání, používání dovedností, technik a metod při postupu zkoumání. Této znalosti se využívá k navrhování a vyhodnocování pokusů při interpretaci dat a tvorbě vědeckých závěrů, může se jí také využít přímo k řešení úkolu.

Pro účely výzkumu přírodovědné gramotnosti programu PISA byla nově zavedena *epistemická znalost*, která ověřuje jakékoli tvrzení ve vědeckém objevování. Jedná se o žákovu schopnost hodnotit výsledky vědeckého výzkumu a poté rozhodnout, zda byly použity vhodné postupy a zda jsou výsledné závěry odůvodněné. Epistemická znalost také zahrnuje schopnost navrhnout, jak vhodně zkoumat vědecký problém, představuje také proces tvorby a budování systému znalostí, například hypotéz, teorií nebo pozorování a jejich úloh v procesu poznávání.

Ke každé znalosti jsou přiřazené požadované **úrovně poznávacího procesu**:

**Nízká úroveň**, kdy je žák schopen provádět základní a jednoduché úkony, vybaví si pojem, termín, přírodní zákonitost, vyhledá bod z grafu nebo údaj z tabulky.

**Střední úroveň**, kdy žák vysvětluje pojem, volí složitější postupy, třídí a zobrazuje data, vysvětluje nebo a používá jednoduché tabulky nebo grafy.

**Vysoká úroveň**, kdy žák umí analyzovat složité informace, je schopen shrnout a zhodnotit a zdůvodnit fakta a ověřit je z různých zdrojů, vypracovat postup k řešení úkolu.

### **Výsledky žáků v přírodovědné gramotnosti PISA 2015**

Standardizovanými testy prošlo na počátku roku 2015 cca 540 tisíc patnáctiletých žáků ze 72 zemí (Blažek, 2015).

Ve zprávě České školní inspekce (Blažek, Příhodová, 2016) se pořadí zemí v úspěšnosti srovnává s průměrem zemí OECD (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj), který je 493 bodů.

Z výsledků testování můžeme pozorovat velký rozvoj přírodovědné gramotnosti hlavně v asijských zemích. Na prvním místě se umístili žáci ze Singapuru (556 bodů) následováni žáky z Japonska (538 bodů). Z evropských zemí si nejlépe vedlo Estonsko (534 bodů) a Finsko (536 bodů).

Čeští žáci dosáhli výsledku na úrovni průměru zemí OECD, tedy 493 bodů, podobně jako žáci Spojených států amerických, Rakouska nebo Lotyšska.



## **Změny ve výsledcích testování PISA v letech 2006 a 2015 v České republice**

Metodika testování projektu PISA umožňuje srovnávat výsledky žáků v průběhu času. Přírodovědná gramotnost byla hlavní testovanou oblastí v cyklech 2006 a 2015. Podle Národní zprávy České školní inspekce (Blažek, Příhodová, 2016) se v obou případech testování se zúčastnilo 52 zemí. V průměru se výsledky žáků zemí OECD v průběhu devíti let výrazně nezměnil, ale v mnohých zemích lze jednotlivé změny pozorovat.

Například v případě České republiky došlo ke zhoršení výsledků o 20 bodů. Důsledkem tohoto zhoršení je přesunutí žáků České republiky ze skupiny zemí s nadprůměrným výsledkem do skupiny zemí s výsledkem na úrovni průměru zemí OECD.

Z výsledků testování projektu PISA 2015 vyplývá, že se ve všech českých školách snižuje podíl žáků s velmi dobrými výsledky, a naopak se zvyšuje podíl žáků s nedostatečnými výsledky. Zjištění získaná z výsledků testování, jak z hlediska mezinárodního kontextu, tak z pohledu uplynulých let, ukazují, že kvalita českého školství se dlouhodobě snižuje.

Podle strategií zemí, které dosahují velmi dobrých výsledků, lze vyčíst, že ke zlepšení školství vede dlouhodobá podpora učitelů, zájem o jejich práci a potřeby, další vzdělávání, konstruktivní zpětná vazba a důraz na jejich kvalitní práci. Čeští učitelé v současnosti upřednostňují obsahovou znalost předmětů. Je tedy nutné zaměřit se na rozvíjení dovedností učitelů, které budou podporovat metodické a didaktické postupy v předmětech a budou využívat nejen nabytých znalostí žáků a jejich vědomostí, ale budou také rozvíjet jejich badatelské a experimentální dovednosti a schopnosti řešit problémy, které vycházejí z reálných životních situací dějících se v každodenním životě. Tento pohled umožní žákům zlepšit vztah k vyučovacím předmětům, přesvědčit je o důležitosti studia pro jejich život, o smysluplnosti výuky a přesvědčit je o nezbytnosti a výhodnosti vzdělání.

U některých českých učitelů už se setkáváme s ústupem důrazu na informace a je pro ně důležitější to, aby naučili své žáky, jak informace získávat, třídit a hodnotit. Do kvalitního vzdělávání patří pozitivní sociální faktory motivace žáků jako je radost, dobrý pocit, zvědavost, pochvala, pozitivní zpětná vazba nebo sdílení vzdělávacích úspěchů.

## **TIMSS 2015**

Ve výzkumném projektu TIMSS se pojem přírodovědná gramotnost explicitně nevyskytuje, týká se ale přírodovědného vzdělávání, proto je součástí této práce stručné shrnutí výsledků šetření TIMSS, který proběhl v České republice v roce 2015.

### **Koncepce šetření TIMSS 2015**

Projekt TIMSS hodnotí výsledky žáků 4. a 8. ročníku v matematice a přírodních vědách a probíhá ve čtyřletých cyklech.

Podobně jako předešlých cyklech testování, tvoří koncepci šetření dvě složky, a to obsahová a operační. Obsahová složka vymezuje učivo zahrnuté v úlohách zařazených do testu TIMSS a operační složka popisuje dovednosti, které by mělo žáci prokázat při řešení úloh a zodpovídání otázek v testu.

Šetření TIMSS 2015 se uskutečnilo na jaře roku 2015 v 57 zemích světa. Česká republika se zapojila pouze do testování žáků 4. tříd a zapojilo se do něj 159 základních škol, více než 5000 žáků a jejich rodičů a téměř 350 učitelů (Tomášek, 2015).

Testování projektu TIMSS 2015 se skládá v přírodovědné části ze tří okruhů přírodovědy (živá příroda, neživá příroda a nauka o Zemi).

### **Výsledky šetření TIMSS 2015**

Podle Národní zprávy České školní inspekce (Tomášek et al., 2016) je hodnota výsledků českých žáků v přírodovědě 534 bodů, což je nadprůměrný výsledek. Nejlépe dopadli žáci Singapuru (590 bodů) a Korejské republiky (589 bodů).

Výsledky českých žáků 4. ročníků základních škol byly v matematice i přírodovědě v šetření TIMSS 2015 nadprůměrné. V přírodovědě dosáhly žáci tří členských zemí EU lepšího výsledku než čeští žáci a devět evropských zemí mělo výsledek srovnatelný.

Od roku 1995 do roku 2007 byl zaznamenán významný pokles výsledků českých žáků 4. ročníku v matematice i přírodovědě. Po dobu dvacetiletého trvání projektu TIMSS je výsledek českých žáků v přírodovědě přibližně na stejné úrovni. Horší výsledek testování je stejně jako u testování PISA 2015 dán snižujícím se podílem žáků s nejlepšími výsledky.

Národní zpráva České školní inspekce o výsledcích šetření TIMSS v závěru dodává, že badatelská činnost žáků a propojování učiva s každodenním životem jsou v přírodních

vědách důležitou a podstatnou součástí výuky a šetření TIMSS na ně klade odpovídající důraz.

Ke zlepšení výsledků českých žáků by přispělo zlepšení rozvoje vzdělávání učitelů ve smyslu zařazování kurzů zaměřených na didaktiku praktických činností a experimentů v přírodovědě a posílení přípravy budoucích učitelů na vysokých školách v této oblasti.

Při porovnání výsledků v jednotlivých krajích získaly nejlepší průměrný výsledek v matematice i přírodovědě žáci z Prahy. Výsledky ostatních krajů i obcí různých velikostí nezaznamenaly velké rozdíly.

Podle učitelů i ředitelů škol jsou materiální podmínky pro výuku velmi dobré. Zhoršení výsledků českých žáků může způsobovat skutečnost, že na rozdíl od zahraničních škol ty české kladou malý důraz na studijní úspěchy. Navíc kvalita školního klima je hodnocena spíše jako průměrná jak z pohledu bezpečnostního prostředí, tak kázeňských problémů žáků a vztahů mezi nimi.

K negativním rysům českého vzdělávacího systému patří také malá spokojenost učitelů se svým povoláním, spíše negativní vztah českých žáků se školou a nízký zájem učit se matematiku a přírodovědu, díky neoblíbenosti těchto předmětů. S tím potom souvisí i nižší sebedůvěra žáků, která se podle výsledků testování výrazně snížila.

Z Národní zprávy České školní inspekce (2016) vyplývá, že je nezbytné vzdělávat stávající a budoucí pedagogy v metodách a postupech, jak inspirovat a motivovat žáky k učení, jak zvolit vhodné aktivační metody a přístup ke vzdělávání a výuce a jak při výuce zvyšovat zájem žáků.

### **3 Badatelsky orientovaná výuka**

V průběhu historie se setkáváme s různými důrazy na výchovu člověka a jeho vzdělávání. Historický vývoj přinášel rozvoj různých dovedností, ať už se jednalo o manuální dovednosti, tvůrčí činnosti nebo zapamatování si a osvojování mnoha informací, až po uplatnění nabytých poznatků a poznání v běžném životě. Aktuální společenské potřeby kladou důraz na výchovu člověka schopného samostatného uvažování, s tvůrčími schopnostmi, schopného řešit problémy a zároveň schopného spolupráce a férového jednání. Už na základních školách se nyní setkáváme s metodami, které vychovávají žáky a vzdělávají je právě k těmto hodnotám. Klade se důraz na rozvoj činnostního vzdělávání, vedení k učební aktivitě a k objevitelskému a tvořivému bádání vedoucího k nalezení vhodné cesty k řešení problémů. Těmito postupy se zabývá právě badatelsky orientovaná výuka (BOV) (Dostál, 2015).

#### **3.1 Pojmy týkající se badatelsky orientované výuky**

Před charakteristikou pojmu badatelsky orientovaná výuka zde uvedu několik pojmů nutných k porozumění dalších informací souvisejících s badatelsky orientovanou výukou.

##### **Činnostní vyučování**

Tento typ vyučování je založen na metodě objevování. Základním principem činnostního vyučování je vlastní činnost žáků. Tento typ vyučování se rozděluje do čtyř na sebe navazujících a vzájemně propojených složek a to motivační, poznávací, prováděcí a zpětnovazební (Kubicová, 2015).

V motivační složce je důležitý vhodně zvolený námět činnosti. Měl by být takový, aby u žáků vyvolal zájem, zvědavost a radostné očekávání výsledku. Složka poznávací se soustřeďuje na názornost učiva. Od žáka se zde očekává aktivita a soustředění se na problém. Učivo by mělo být snadno uchopitelné, mělo by navazovat na předchozí probírané učivo a mělo by být správně pochopené, ne aby se jednalo o pouhou reprodukci naučených poznatků. V prováděcí složce se klade důraz na samostatnou práci žáků, aby byli žáci schopni samostatného uvažování a vyjadřování.

Pomocí prožitků žáků vede činnostní vyučování k pochopení faktů a teorií. K žákovi je přistupováno jako k jedinečné osobnosti a v průběhu vzdělávacích procesů je žák vede k sebekontrolě a sebehodnocení (Kubicová 2015 podle Rosecké 2003). Učitel je zde průvodcem, který nepředkládá hotové poznatky, vytváří ale vzdělávací prostor, který vede žáky k přemýšlení o práci a k tomu, aby vyjádřili své nápady a myšlenky.

## **Konstruktivismus a transmisivní pojetí výuky**

Koncepce konstruktivismu vychází z předpokladu, že žák by neměl informace pouze přijímat, ale přicházet na ně a poznávat je sám na základě svých vědomostí, schopností a zkušeností. Základem žákova poznání není transmise, tedy pouhé předávání a osvojování poznatků, ale to, že žák sám dovede objevovat poznatky na základě svých předchozích zkušeností. Žák je jakýmsi konstruktérem svého poznání (Kubicová 2015). Právě různost znalostí a zkušeností, odlišná hlediska, názory a pohledy na problém jsou hnací silou konstruktivistického pojetí učení se.

Cílem transmisivního pojetí je hledání pravdy, tzn. že každý problém má přesné řešení. Konstruktivistické pojetí naopak vychází z různých pohledů na poznání a vědění. Učitel zde nemá úlohu garanta pravdy, ale garanta metody, jak dosáhnout cíle (Kubicová, 2015). Učení by u tohoto pojetí mělo vycházet z žákových prekonceptů, mělo by znamenat prohlubování a rekonstrukci poznaného a nová konstrukce poznatků je potom odpovědí na problémové situace (Kubicová, 2015).

Základem konstruktivistické metody je problémová situace, kde dochází k tomu, že žák „prožije konflikt“. Typickým znakem konstruktivistického pojetí vyučování je auto-socio-konstrukce.

Kubicová (2015) rozděluje navození problémové situace do čtyř etap:

**Etapa kontextualizace** má spontánní charakter. Řeší se zde prekoncepty žáků, žáci navrhnou své řešení problému.

**Etapa sociokognitivního konfliktu** je etapou konfrontace žákovských prekonceptů. Probíhá zde žákovská diskuse, pokládání otázek, obhajoba názorů a postojů jednotlivých žáků. Právě na tomto rozrůznění názorů je založen sociokognitivní konflikt, dochází zde ke konfrontaci různých interpretací řešení problémového úkolu. Žáci by měli na základě konfrontací „prožít konflikt“ a přesvědčit se o správnosti či nedostatečnosti svého řešení.

**Etapa dekontextualizace** hledá závěrečná řešení. Učitel zde koriguje žáky při hledání řešení problému a společně hledají správné řešení.

**Etapa verbalizace** je závěrečnou etapou, kdy se určuje výsledek.

Rozpor při řešení problémů není stanoven a charakterizován učitelem, ale vychází z prekonceptů žáků. Cílem konstruktivistického pojetí vyučování by měla být společná

konstrukce poznatků, postojů a hodnot, kdy se výsledky práce společně srovnávají a diskutuje se nad nimi.

### **Obsah vzdělávání**

Obsah vzdělávání je tvořen s ohledem na cíle, které chce plnit. Při vymezení obsahu vzdělávání lze vyjít ze sociální zkušenosti, která se dá rozdělit na čtyři prvky (podle Dostál, 2015):

- poznatky, fakta, informace nebo vědomosti o světě a o způsobech činnosti
- zkušenosti z realizace způsobů činnosti, tedy výkony, operace, praktické aktivity, jejich dokonalým osvojením se stávají dovednostmi a návyky
- zkušenosti z tvůrčí badatelské činnosti, tedy procesy myšlení, vnímání, pozornosti projevující se ve schopnosti řešit nové problémy
- zkušenosti ze získaných nebo vštípených potřeb, poznatků, postojů, jejichž působením se formuje vztah ke světu a hodnotový systém osobnosti

Obsah vzdělávání je velmi členitý a je nutné, aby do vyučovacího procesu na základních školách byly začleněny všechny výše zmíněné typy obsahu. Informaci můžeme totiž považovat za úplně osvojenou až tehdy, kdy je pochopena a zapamatována, aplikována podle vzoru a v nové situaci.

## **3.2 Badatelsky orientovaná výuka jako pojem**

Badatelsky orientovaná výuka reflektuje aktuální společenské požadavky. Důraz se dnes klade na výchovu nových generací tak, aby dokázala plnohodnotně žít, reagovat na problémy a překážky, které je v životě potkají a byly schopné tvůrčím způsobem problémy řešit.

V české literatuře se termín badatelsky orientovaná výuka z počátku moc neujal. Podle T. Janíka a I. Stuchlíkové (2010) se v anglických dokumentech začal objevovat od 60. let 20. století. V české literatuře se nejprve využívalo se termínu „inquiry“ ve smyslu bádání, hledání pravdy.

Experti z Evropské komise uvádí, že největším problémem badatelsky orientované výuky je právě nejednoznačnost její terminologie (Dostál, 2015 podle studie *Science Education in Europa: National Practices, Policies and Research, 2011*).

Badatelsky orientovaná výuka využívá aktivizující metody, jako je například heuristická metoda, kritické myšlení, problémové vyučování, zkušenostní učení, projektová výuka a učení v životních situacích. Dalším uchopením pojmu je učení objevováním, kdy je tento pojem spojován s metodou řešení problémů a konstruktivistickou metodou.

Jiří Dostál (2015) analyzoval definice badatelsky orientované výuky z různých zdrojů a vymezil dva hlavní směry.

První skupina autorů se přiklání k tomu, že podstatou badatelsky orientované výuky je řešení problémů a výrazně se překrývá s problémovou výukou. Badatelsky orientovaná výuka je podle nich způsob vyučování, je to aktivizující metoda, vychází z konstruktivismu, vyučující nepředává učivo jednosměrným výkladem, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek. Využívá se zde různých vyučovacích strategií, žáci znalosti budují na základě řešení určitého problému v postupných krocích (stanovení hypotézy, metodika zkoumání určitého jevu, získání a zpracování výsledku, diskuse, objasňování, komunikace, ověřování výsledků. Učitel zde má funkci zasvěceného průvodce a vede žáka podobným způsobem jako při reálném vědeckém výzkumu (např. Papáček 2010).

Druhá skupina autorů vnímá badatelsky orientovanou výuku také jako způsob, kde problémová výuka hraje významnou roli, avšak pojetí badatelsky orientované výuky tu problémovou přesahuje a má odlišné cíle. Hlavní myšlenkou badatelsky orientované výuky podle této skupiny není pouhé řešení problém pomocí analýzy dat, hledání informací, formulace hypotéz, experimentu, potvrzení nebo vyvrácení hypotéz, ale pojetí výuky přesahující tento rámec. Jedná se o volnější a obecnější pojetí. Badatelsky orientovaná výuka je zde vnímána jako způsob vyučování, kdy žáky vyučující podněcují k vědecké práci v pravém slova smyslu. Učitel je falicitátorem, tedy jakýmsi odborníkem, který moderuje vyučování, žáci formují výzkum ve třídě. Badatelsky orientované učení je aktivní proces reflektující přístupy vědců ke zkoumání a bádání. Tento přístup zahrnuje zkušenost, důkaz, experimentování a konstrukci poznatkové struktur a nezabývá se pouze řešením problémů (Dostál, 2015).

### 3.3 Členění badatelsky orientované výuky

Badatelsky orientované vyučování se rozděluje do čtyř částí podle úrovně samostatného bádání žáků (podle Banchi, Bell, 2008). Toto členění do čtyř typů bádání je odbornou veřejností akceptováno a dobře přijímáno (Dostál, 2015).

#### **Potvrzující bádání (*confirmation inquiry*)**

Toto pojetí bádání můžeme zařadit mezi nejjednodušší. Učitel žákům poskytuje veškeré informace a žáci postupují podle učitelova podrobného návodu a pod jeho přímým vedením. Potvrzující bádání se využívá k potvrzení nebo ověření zákonitostí a teorií, výsledky experimentů jsou tudíž přesně známy, a žák neřeší žádnou problémovou úlohu. I tento způsob bádání je ovšem důležitý, pomáhá žákům osvojit si praktické dovednosti například při stavění aparatur potřebných k dalšímu bádání nebo sběr materiálu k provedení experimentu a také zaznamenávání a vyhodnocování dat (Dostál, 2015). Jinými slovy, žák přímo řeší otázky, které mu učitel pokládá a obdrží data i návod, jak problém vyřešit. Dalo by se říci, že se jedná o teoretickou přípravu pro vlastní bádání.

#### **Strukturované bádání (*structured inquiry*)**

I v tomto bádání má učitel významnou roli. Učitel zde klade návodné otázky a představuje cestu bádání. Žáci následně samostatně bádají, ale pracovní postup je učitelem poměrně pevně stanoven. Na rozdíl od potvrzujícího bádání zde není řešení předem známo. Žáci zde mohou projevit vlastní iniciativu a nápady, jsou však regulovány vyučujícím (Dostál, 2015). Jde vlastně o rozvoj schopností žáků při bádání, kdy žák zpřesňuje otázky položené učitelem, obdrží data a má za úkol přijít na předem neznámé řešení problému, učí se přemýšlet nad problémy a vkládat vlastní nápady na postupy řešení.

#### **Nasměrované bádání (*guided inquiry*)**

Učitel se zde stává aktivním průvodcem žákovského bádání. Žáci se zde již plně spolupracují s vyučujícím, učitel zde již není hlavním regulátorem postupů. Vyučující a žáci společně třídí a stanovují výzkumné otázky (resp. problémy) a učitel následně radí při plánování pracovních postupů a vlastní realizaci bádání (Dostál, 2015). Pod vedením učitele žáci získávají data, která pak samostatně analyzují. Míra působení učitele v je výrazně menší než v předchozích dvou úrovních, zvyšuje se tedy míra žákovské samostatnosti. Je však velice důležité, aby žáci měli předchozí dvě úrovně bádání dobře osvojené, aby mohli tyto nabyté



zkušenosti využít ve své samostatné práci a byli schopni přijít na vhodné postupy a metody k řešení problémů.

### **Otevřené bádání (*open inquiry*)**

Otevřené bádání je nejvyšší úrovní tohoto členění badatelsky orientované výuky. Toto bádání se nejvíce podobá skutečné vědecké činnosti. Role učitele, který v předchozích případech vždy do bádání zasahoval, i když jako průvodce nebo poradce, zde mizí. Otevřené bádání je založeno na samostatné činnosti žáků, kteří jsou schopni sami vymezit a charakterizovat problém, sestavit výzkumné otázky, formulovat hypotézy, určit metody a postupy bádání, zaznamenávat a analyzovat zjištěné údaje, vyhodnotit výsledky bádání, diskutovat nad nimi a obhájit je (Dostál, 2015). Žáci bez problémů kladou své vlastní otázky a řeší je, samostatně shromažďují data, který potřebují k potvrzení či vyvrácení hypotézy.

Lze tedy říci, že míra zapojení žáka do řešení problému závisí na tom, jaké má žák zkušenosti a jak mu učitel postupně předává zodpovědnost za bádání.

## **3.4 Možnosti pojetí výuky s badatelskou činností**

V této podkapitole bych ráda zmínila i jiné pojetí vyučování s prvky bádání. Uvedu zde metody výuky podle I. J. Lerner, které se zabývají plněním cílů vzdělávacího obsahu z hlediska sociální zkušenosti, jako je problémový výklad, heuristická metoda, výzkumná metoda a samostatné bádání. I.J. Lerner (1986) považuje badatelsky orientovanou výuku za důležitou, i když přímo pojem badatelsky orientovaná výuka nepoužívá.

### **Metody výuky podle I.J. Lerner (Dostál, 2015)**

Tyto metody související s obsahem vzdělávání vycházejícím ze zkušenosti u tvůrčí badatelské činnosti a projevující se ve schopnosti řešit nové problémy

#### **Metoda problémového výkladu**

V této metodě se setkáváme s poskytnutím veškerých informací žákům, ať už se jedná o seznamování žáků s možnostmi řešení problémů, způsobem jejich aplikace i s vyhledáváním těchto řešení. Hlavní roli v metodě problémového výkladu hraje učitel a lze ji chápat jako přípravu na budoucí samostatné bádání žáků. Podobnost tady můžeme najít v členění badatelsky orientované výuky u potvrzujícího bádání.

### **Heuristická metoda**

Tato částečně výzkumná metoda se také nazývá metodou řízeného objevování. Nejpropracovanější heuristickou metodou je problémové vyučování. Je zde spojena badatelská činnost žáků a osvojování poznatků. Podstatou problémového vyučování je stanovení problémové situace, to je situace, při které žák narazí na obtíž, kterou nemůže vyřešit pouze s dosud nabytými znalostmi a zkušenostmi, ale je zde potřeba vlastní intenzivní myšlenková činnost a objevování nových informací potřebných k vyřešení problému (Zormanová, 2012).

Učitel navozuje problémovou situaci zadáním problematických úkolů a otázek a aktivně řídí zkoumání, předkládá problémové situace a organizuje a určuje realizaci jednotlivých kroků. Zde vidíme podobnost s nasměřovaným bádáním uvedeným výše.

### **Výzkumná metoda**

Tuto metodu považuje I.J. Lerner (1986) za nenahraditelnou. Metoda využívá získané zkušenosti žáků po osvojení předchozích metod a předpokládá připravenost žáka k samostatnému řešení dílčích částí úkolu a k jeho celkovému řešení. Výzkumnou metodu můžeme srovnat s již zmíněným otevřeným bádáním.

## **3.5 Význam badatelsky orientované výuky**

V poslední době je pojem badatelsky orientovaná výuka velice módní, ukazuje se však, že v definicích tohoto pojmu ne všichni rozumí správně. Badatelsky orientovaná výuka bývá zaměňována s problémovou výukou nebo například se zážitkovou pedagogikou.

Bádání žáka je aktivní činnost zaměřená na relativně samostatném poznávání skutečnosti. Jedná se o konstruktivistické pojetí vzdělávání oproti instruktivistickému nebo transmisivnímu, tedy pasivnímu příjmu informací.

Člověk je aktivní tvor a již Linhart (1982) uvádí, že člověk si lépe, déle a přesněji pamatuje to, co sám objeví svou aktivní činností. Některá témata ve výuce by se měla rozpracovat na jednotlivé problémy, které by žáci měli řešit samostatně, aby si problematiku látky lépe osvojili. Člověk pracuje jako otevřený systém a je ve stálé interakci s vnějším prostředím, zde se pak setkává s různými rozpory, překážkami a problémy, které musí řešit a překonávat.

Je tedy třeba žáky přeměnit z pasivních žáků na aktivní účastníky učení. Aktivním se však nestává pouze žák, aktivizace musí proběhnout i u učitele.

Aktivita u učitele začíná komunikací učitel – žák, dále pak pokračuje vhodným vzdělávacím prostředím, výběr vhodných pomůcek, vhodná metoda výuky a učební činnost (Dostál, 2015 podle Linhart 1982)

Badatelsky orientovaná výuka nemá význam pouze v tom, že je žák schopen relativně samostatně objevovat skutečnosti, které si má osvojit, ale i v tom, že se žák naučí nové skutečnosti aktivně poznávat a naučí se osvojovat badatelské postupy, rozvíjí vnímání, učí se zvládat emoce a učí se badatelsky nebo vědecky myslet. Smyslem badatelsky orientované výuky není to, aby si žáci zapamatovali co nejvíce informací a dokázali je reprodukovat. Žák by měl být připraven na to, že život obsahuje celou řadu neočekávaných situací, něco se podaří, něco zase pokazí. Jedním ze smyslů této výuky je to, aby se žák naučil myslet, nacházel a řešil problémy, utvářel správné úsudky, a to nejen v rovině znalostí, ale i postojů a dovedností. Rozvoj myšlení však není jediným významem badatelsky orientované výuky. Proces bádání je úzce spjat i s vnímáním, kdy žáci zachycují to, co působí na jejich smyslové orgány. Vnímáním vše vlastně začíná. Bádání posiluje dovednost vnímat zjevné skutečnosti, ale i skryté, které musí objevit. Vedle vnímání rozvíjí bádání také představivost a obrazotvornost. Aby mohl žák přemýšlet o problémech, je žádoucí, aby byly pojmy, se kterými operuje, navázány na reálné a konkrétní představy.

### **3.6 Zavádění badatelsky orientované výuky do praxe**

Badatelsky orientovaná výuka je v přírodovědných předmětech spojována s aktivitami souvisejícími s empirickým poznáváním. Empirické metody jsou založeny na zkušenosti, kterou žáci mohou získat přímo nebo s využitím techniky. Mezi empirické metody řadíme pozorování, měření a experiment. Právě experiment je vysoce aktivizační metodou, kde žák potvrzuje nebo vyvrací předem dané hypotézy. Postupem času, když už má žák empirické metody osvojené, mělo by se od nich postupně upouštět a měl by se dávat důraz na rozvoj myšlení, nebo na kreativní rozvoj žáka. K poznání totiž nemusí docházet pouze pomocí těchto empirických metod, ale i pomocí metod logických, jako je analýza, syntéza, dedukce, indukce, komparace a specifikace.

Když bychom se vrátili k pojmu otevřené bádání, tak je velmi malá pravděpodobnost, že žáci přijdou na to, na co mají přijít. Vědecká činnost ve škole je zajímavá, může být příjemným zpestřením, ale učitelé mají za úkol něco žákům předat, a ne pouze pozorovat, jak si žáci ve své činnosti počínají. Badatelsky orientovaná výuka v sobě zahrnuje posloupnost situací, které jsou cíleně vytvářeny nebo ovlivňovány za účelem toho, aby se žák rozvíjel v různých rovinách. K tomu slouží tzv. didaktické situace. Tento pojem zahrnuje vstup učitele, žáka a prostředí a jsou dána pravidla a omezení za účelem rozvoje žáka (Dostál, 2015). Pokud je didaktická situace rozšířena o to, že podněcuje žáka k bádání jedná se o didakticko-badatelskou situaci, kdy se k učitelovi, žákovi, prostředí, omezením a pravidlům přidá bádání a celá situace se řeší pomocí badatelských aktivit.

Dostál (2015) na základě rozboru definic a různých pojetí a teorií jednoznačně vymezuje pojem badatelsky orientovaná výuka:

- bádání v rámci badatelsky orientované výuky nelze považovat za vědecké bádání, i když v něm lze nalézt podobnosti nebo se k němu může přiblížit
- cílem bádání je uvědomění si problémové situace a objevení problému
- badatelsky orientované výuka zahrnuje i bádání, které nemá problémový charakter, jedná se potom o potvrzující bádání
- vzdělávací obsah lze realizovat pouze prostřednictvím badatelských aktivit žáků
- badatelsky orientovaná výuka využívá různé vyučovací metody, a to hlavně problémové metody
- BOV probíhá ve všech složkách výuky, nejen v metodách
- žák je badatelsky aktivní, je motivován, reflektován a svou činnost zaměřuje na bádání
- do badatelsky orientované výuky je zapojen učitel i žák
- není nutné, aby byla veškerá doba výuky věnována přímému bádání
- badatelsky orientovaná výuka by měla zahrnovat i multioborová témata
- měla by zahrnovat prvky empirických metod i teoretické myšlení

I když by se tak mohlo na první pohled zdát, ne všechny badatelské úlohy musí nutně spočívat v bádání a řešení problémů. V přírodovědných předmětech se můžeme setkat

například s laboratorní prací, která je připravena učitelem a obsahuje prvky potvrzujícího bádání.

Definice badatelsky orientované výuky (Dostál, 2015): „*Badatelsky orientovaná výuka je činnosti učitele a žáka zaměřená na rozvoj vědomostí, dovedností a postojů žáka na základě aktivního a relativně samostatného poznávání skutečnosti, kterou se sám učí objevovat a objevuje*“.

Vzdělávání není pouze o tom poznat svět jako komplexní celek, ale poznat podstatné skutečnosti, které se dotýkají lidského života a mají vliv na život jedince. Tyto skutečnosti potom pomáhají začlenit se to světa a plnohodnotně v něm žít. Žák tedy nabývá znalosti o reálném světě. Musí se však počítat s tím, že v různých národech a státech je situace odlišná a vzdělávací obsahy se mohou lišit.

## **Emoce**

Emoce žáka hraje v souvislosti s bádáním velkou roli. Zahrnují totiž řadu pocitů, které mohou být prožívány v různé intenzitě. Žákovo emoční rozpoložení ovlivňuje způsob, jakým žák přijímá podněty, jak je zpracovává a reaguje na ně.

Emoce můžeme rozdělit na pozitivní a negativní. Podle Benešové (2008) pozitivní emoce podporují procesy myšlení, tvořivost či zvládání problémů. Lidé, kteří prožívají pozitivní emoce jsou tvořivější, flexibilnější a přístupnější podnětům, které přicházejí z okolí (Dostál 2015). Mezi pozitivní emoce související s plněním úkolu patří například radost z učení, naděje, očekávání, radost z výsledku, úleva nebo hrdost.

Negativní emoce potom působí opačně. Nepodporují flexibilitu myšlení, ale naopak snižují momentální myšlenkovou aktivitu. Mezi negativní emoce při plnění úkolu patří například nuda, strach, beznaděj, smutek, zklamání, stud nebo vina (Dostál 2015).

Patrný vliv emocí na badatelsky orientovanou výuku je patrná i podle Fernandese (2004), který uvádí, že emoce usnadňují a urychlují integraci nových informací a vědomostí. Emoční stavy mají vliv i na paměťové procesy. Zde se jedná o pozitivní i negativní emoce, kdy si žák lépe zapamatuje informaci spojenou s nějakou emocí. Je ale nutno říci, že při prožitku velmi silné emoce se může schopnost zapamatování snížit., např. úlek, vztek (Dostál podle Nekonečného 2000). Emoce spolurozhodují o tom, co má pro žáka cenu zapamatovat si a co ne, co mu přijde a nepříjde zajímavé. Emoce také určují žákovo jednání a chování a modelují jeho postoje (Dostál (2015) dle Benešové 2008).

Výzkum týkající se emocí žáků ve vyučování ukázal, že emoce doprovázejí jak akceptační, tak badatelsky orientovanou výuku. Při zkoumání emocí v badatelsky orientované výuce bylo zjištěno, že emoce jsou vyvolány právě způsobem výuky a že jsou úzce navázané na učivo. Oproti tomu při akceptační výuce vyvolávaly emoce spíše jiné vlivy než právě učivo (Dostál 2005).

### **Badatelsky orientovaná výuka v přírodovědných předmětech**

Kterákoli z dříve zmíněných badatelských úrovní pomáhá vytvářet a rozvíjet přírodovědnou gramotnost žáků. Právě tento rozvoj je prioritou ve výuce přírodovědných předmětů. Vyšší úroveň přírodovědné gramotnosti znamená lepší výsledky v mezinárodním srovnávání (Kubicová, 2015).

Pro přírodní vědy nebo přírodovědné předměty jsou nedílnou součástí a charakteristickou složkou také experimentální postupy, které rozvíjejí instrumentální dovednosti žáků. Jedná se o takzvané činnostní vyučování, které bylo charakterizováno v kapitole 3.1.

Každý experiment ale nese svá rizika. I když učitel nebo žák postupuje podle předem připravených postupů, může se stát, že experiment nevyjde a vyučování nemusí dosáhnout stanoveného cíle. Badatelsky orientovaná výuka musí vždy počítat s rizikem, že se něco nepovede (Papáček, 2010).

#### **Učitel a badatelsky orientovaná výuka**

Badatelsky orientovaná výuka klade vysoké nároky na připravenost učitele, jeho kreativitu a flexibilitu. Učitel musí prokázat přehled v oboru, učitelské kompetence a vynalézavost. Musí být také schopen vybírat a přizpůsobit aktivity pro konkrétní třídu, věnovat hodně času přípravě a umět rozhodnout, které přírodovědné znalosti prostřednictvím badatelsky orientované výuky vytvářet, což se považuje za největší kámen úrazu přípravy učitelů a jejich výuky v praxi (Papáček 2010).

Realizace badatelsky orientované výuky vyžaduje od učitele patřičné kompetence k této činnosti. Tyto kompetence však nejsou jasně vymezeny. Je však jasné, že se musí lišit od kompetencí, které jsou vyžadovány u akceptačního, transmisivního nebo instruktivistického vyučování. Dostál (2015) navrhuje členění kompetencí učitelů pro badatelsky orientovanou výuku do tří oblastí a uvádí, že se jedná pouze o nástin podrobněji rozpracovaný v další připravované publikaci.

## **Kompetence**

Pojem kompetence je chápán jako rámec, prostor, ve kterém se setkávají individuální předpoklady, ne jako něco všeobecného a všezahrnujícího. Kompetenci tedy vnímáme jako soubor aktuálně vyžadovaných předpokladů jedince a soubor nároků podmiňujících úspěšné zvládnutí situace ve vzájemném souladu (Dostál, 2015).

### **Kompetence k plánování a přípravě badatelsky orientované výuky**

Tyto kompetence se týkají hlavně naplňování samotného procesu vyučování, zajištění materiálu a organizací. Učitel by měl být schopen posoudit vhodnost zařazení badatelských aktivit do výuky, měl by opatřit materiální prostředky pro realizaci badatelských aktivit a naplánovat tyto aktivity s ohledem na možnost jejich realizace s prostředky běžně dostupnými pro žáky. Aktivity by měly být individuálně přizpůsobeny žákům a měly by propojovat školní vzdělávání s praktickým životem. Badatelské aktivity by měly být v souladu s kurikulárními dokumenty vymezujícími obsah vzdělávání (rámcové vzdělávací programy) a měly by dodržovat ostatní předpisy a nařízení.

### **Kompetence k provádění badatelsky orientované výuky**

Učitel by měl postavit badatelské aktivity na vědeckém základě a měl by také navazovat na prekoncepty žáků, ať už s jedná o nabyté znalosti nebo o představy žáků. Žáci by měli být seznámeni s badatelsky orientovanou výukou, učitel by jim měl zdůvodnit, proč se badatelským aktivitám věnují. Badatelské aktivity by měl učitel využívat pro představení nového učiva, pro fixaci i pro ověřování osvojeného učiva. Klima ve třídě by mělo být pozitivní a učitel by měl zohlednit různé styly učení jednotlivých žáků při realizaci badatelských aktivit. Učitel by měl zajišťovat a dodržovat bezpečnost práce a všechny řády a pravidla (př. školní nebo laboratorní řád). Badatelsky aktivity by měly obsahovat i teoretickou rovinu a uplatňovat mezipředmětové vztahy. Učitel by měl být schopen interpretovat průběh a výsledky badatelských aktivit.

### **Kompetence k rozvoji žáka prostřednictvím badatelsky orientované výuky**

Badatelské aktivity by měly rozvíjet myšlení, vnímání a představivost žáků. Žáci při badatelských aktivitách rozvíjí samostatné objevování poznatků a jsou schopni prezentovat jejich výsledky. Badatelské aktivity by měly rozvíjet také kooperaci a sociální vztahy mezi žáky, výchovně působit na žáka a formovat profesní orientaci žáků, která potom usnadňuje volbu povolání.

### **Problém hodnocení**

V praxi bylo pozorováno, že velkým nedostatkem je nekompetentnost učitelů k hodnocení výsledků badatelsky orientované výuky. Učitelé jsou v mnoha případech zaměřeni na hodnocení výsledků a nikoli postupů, které vedly k jejich dosažení.



## 4 Rostlinná barviva

Díky rostlinným barvivům, můžeme sledovat rozmanitost přírody, což můžeme pozorovat hlavně na jaře, kdy se nevýrazné barvy mění v širokou škálu odstínů zeleně, v létě se potom ještě přidají rozličné barvy květů a na podzim se díky rozkladu chlorofylu vybarví listy listnatých stromů a keřů. Tato kapitola charakterizuje několik skupin rostlinných barviv. V této diplomové práci jsou rostlinná barviva synonymem pro rostlinné pigmenty.

Předpokládá se, že rostliny produkují přes 200 000 metabolitů (Tanaka, 2008 podle Fiehn, 2002) včetně mnoha pigmentů.

Funkce rostlinných barviv spočívá hlavně při procesech fotosyntézy, pohybech rostlin a také ekologii opylování (Nováček, 2008).

Rostlinné pigmenty, nebo také rostlinná barviva, jsou látky, které jsou schopny absorbovat elektromagnetické záření ve viditelné oblasti světelného spektra, což je přibližně 380–780 nm. Rostliny produkují velké množství molekul, které absorbují světlo a odráží barvy (Lee, 2007). Pouze bílá barva není vyvolána pigmenty, ale vzduchem v intercelulárních prostorech buňky a na rozdíl od ostatních barviv není založena na absorpci určitých vlnových délek viditelné části světelného spektra ani na jiných fyzikálních principech.

Přestože rostlinné pigmenty jsou nejvíce známé jako molekuly, které produkují viditelné barvy, jako jsou zelené, červené, žluté, modré atd., rostliny produkují i jiné pigmenty, které mají menší vizuální efekt a nejsou tudíž pro lidské oko tak patrné, mají ovšem jiné důležité funkce týkající se jejich vývoje a vztahy k životnímu prostředí. Některé rostlinné pigmenty tvoří signály pro zvířata, která mohou mít vyšší citlivost ke světelnému záření než lidé. Navíc některé funkce rostlinných pigmentů nesouvisí pouze s barvou rostlin, některá barviva totiž mohou rostliny chránit proti nemocem nebo mohou upozornit na interakce s prospěšnými mikrobi (Lee, 2007).

### Chemie rostlinných barviv

Rostlinná barviva jsou organické látky složené z molekul vždy obsahující uhlík, vodík a kyslík. Dalšími atomy vyskytujícími se v těchto molekulách mohou být atomy dusíku nebo síry. Hořčík (Mg), nebo hořčíkový ion obsažený v molekule rostlinného barviva může být příkladem kovového iontu, který působí na molekulu pigmentu a ovlivňuje absorbanci různých vlnových délek světelného záření. Například hořečnatý kation  $Mg^{2+}$  je obsažen

v chlorofylu a chlorofyl díky němu může mít funkce jaké má a také způsobuje jeho zelenou barvu (Lee, 2007).

## **Rozdělení rostlinných barviv**

Rostlinná barviva jsou produkty sekundárního metabolismu. Pigmenty vznikají jako produkty různých metabolických drah. Z chemického i funkčního hlediska jsou rostlinné pigmenty velmi různorodé. Rozdělit tyto pigmenty lze několika způsoby. Buď podle umístění pigmentů v buňce, nebo podle metabolické dráhy, kterou pigmenty vznikly a tvarem a složením jejich molekuly.

### **4.1 Plastidová barviva**

Skupiny pigmentů uvedené v této podkapitole patří do skupiny barviv, které najdeme v plastidech rostlinných buněk. Plastidová barviva jsou fotosynteticky aktivní látky nacházející se v chromoplastech nebo chloroplastech. Charakter těchto barviv je lipofilní, nazývají se také litchromy. Chemicky se jedná o tetrapyrroly a karotenoidy (tetraterpenoidy) (Pavlová, 2005). Mezi plastidová barviva lipofilního charakteru řadíme hlavně chlorofyly a karotenoidy. Obsah a složení rostlinných barviv závisí na druhu rostliny, stáří asimilačních orgánů, minerální výživě a podmínkách růstu, tzn. zda růst rostlin na stinných či slunných místech. Je také ukazatelem stavu fotosyntetického aparátu. (Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, [2017]). Dominantní úlohu mají rostlinná barviva při fotosyntéze, jsou to tedy fotosynteticky aktivní barviva, která vytvářejí fotosystémy I a II. Fotony dopadajícího záření jsou zachyceny anténními molekulami a předávány až k reakčnímu centru chloroplastů s aktivním chlorofylem *a* ( $P_{700}$ ,  $P_{680}$ ) (Nováček, 2008). Chlorofyly *a*, *b*,  $\beta$ -karoten a xantofyly jsou absorpční složkou světlosběrných komplexů, jinak zvané také anténní komplexy nebo molekuly (LHC – *light harvesting complex*), chlorofyl *a* je potom absorpční složkou v reakčních centrech fotosystému I a II. Feofytin má místo centrálního atomu hořčíku dva atomy vodíku a podílí se na přenosu elektronu z chlorofylu *a* na chinony v reakčním centru fotosystému II (Pavlová, 2005).

#### **4.1.1 Porfyrinová barviva**

Porfyrinová barviva jsou pigmenty, které obsahují strukturu zvanou porfyrinový kruh. (Lee, 2007) Mezi tato barviva patří chlorofyly nebo například hemoglobin.

Syntéza všech porfyrinových pigmentů je podobná. Kyselina glutamová (obsažená ve všech buňkách) se během reakce sestávající ze tří kroků přemění na kyselinu aminolevulovou. Dvě molekuly této kyseliny tvoří pyrrolové jádro porfobilinogenu. Čtyři molekuly porfobilinogenu poté po dalších složitých reakcích tvoří základ porfyrinového kruhu neboli tetrapyrrolu..

Nejnámějším rostlinným barvivem je chlorofyl, jehož porfyrinová kostra je dominantní strukturou celé řady dalších biologicky aktivních látek. Na porfyrinový kruh se u živočichů váže železnatý kation  $\text{Fe}^{2+}$  a tím vzniká hemová skupina, součást hemoglobinu. Do hemoproteinů ovšem nepatří např. modré barvivo hemocyanin měkkýšů a členovců, v tomto případě se totiž jedná o protein obsahující měď. Všechny porfyrinové struktury mají ale velký význam při přenosu kyslíku a elektronů v biologických strukturách.

### **Chlorofyly**

Pokud jde o rostliny a kmen *Cyanobacteria* (sinice), místo železnatého kationtu se na porfyrinový kruh váže hořečnatý kation  $\text{Mg}^{2+}$  a po proběhnutí několika dalších reakcí vzniká chlorofyl *a*, jehož součástí je i zbytek alkoholu fytole. Molekuly chlorofylu jsou tvořeny cyklickým tetrapyrrolem (porfyrinem) se čtyřmi pyrrolovými jádry s 10 dvojnými vazbami s komplexně vázaným atomem hořčíku  $\text{Mg}^{2+}$ . Pyrrolová jádra jsou čtyři a jsou značeny I- IV. Na IV. pyrrolové jádro se váže zbytek alkoholu fytole ( $\text{C}_{20}$ ), který umožňuje zakotvení chlorofylu do membrány thylakoidů a je nositelem lipofilních vlastností tohoto barviva (viz Obr. 2) (Mendelova univerzita [online], Pavlová, 2005).

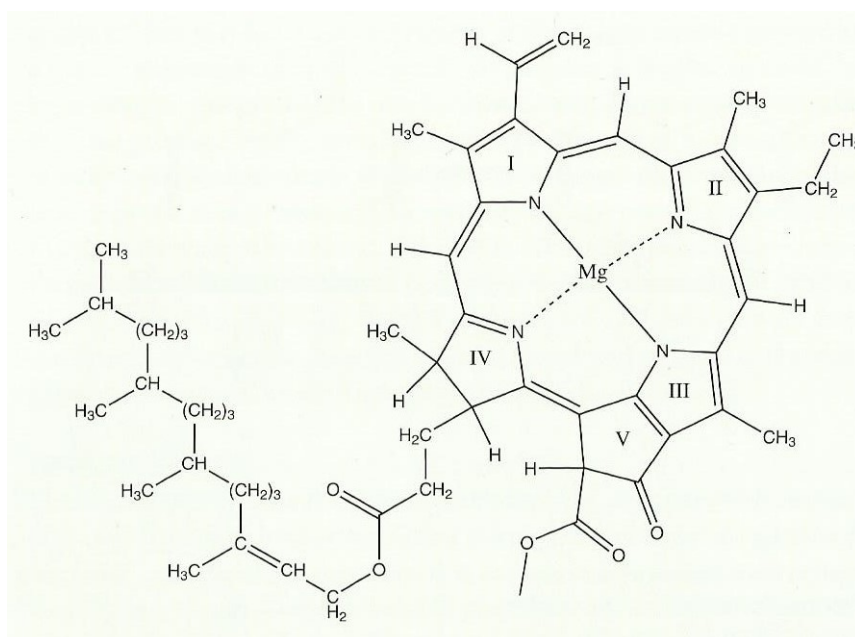
Chlorofyly jsou zelená barviva absorbující především fotony v modré a červené oblasti viditelného spektra. Díky minimální absorpci zeleného světla se tak pro lidské oko jeví chlorofyly zeleně.

Rozlišujeme několik typů chlorofylu. Mezi nejvíce zastoupené patří chlorofyl *a* a chlorofyl *b*. Poměr zastoupení chlorofylů v rostlinné říši je asi 3:1 (chlorofyl *a* : chlorofyl *b*) (Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, [2017]) . Jednotlivé chlorofyly se liší postranními řetězci na pyrrolových jádrech (Pavlová, 2005).

Chlorofyl *a* a chlorofyl *b* mají co se týče pigmentů největší zastoupení na světě. Jsou si velice podobné, ale mají trochu odlišnou absorbanci světelného spektra. Absorbují vlnové délky v modré a červené části spektra, ale rozdíl mezi nimi je v intenzitě této absorpce. Chlorofyl *b* absorbuje v modré části spektra více a v červené méně než chlorofyl *a*.

Chlorofyly jsou produkovány v chloroplastech všech rostlin (kromě parazitických) a řas. Chlorofyl dosáhne plné funkčnosti až po ozáření světlem.

Kromě chlorofylu *a* a chlorofylu *b* existují i další chlorofylové pigmenty. Například některé řasy a sinice produkují pigment odvozené od chlorofylu *a*. Příkladem jsou chlorofyl *c* a chlorofyl *d*, jejichž syntéza je velice podobná jako u chlorofylu *a*, avšak s tím rozdílem, že porfyrinové kruhy u těchto chlorofylů nejsou uzavřeny.



**Obr. 1** Struktura chlorofylu *a* (převzato z Lee, 2007)

### Další porfyrinové pigmenty

Nejznámější rostlinné porfyrinové pigmenty jsou chlorofyly, avšak rostliny produkují i další porfyrinové pigmenty, které mají jinou funkci. Jedná se o **cytochromy**, které mají za úkol přenos elektronů v obou fázích fotosyntézy a při respiraci. Jsou to molekuly, které vážou ionty železa.

Zajímavostí je, že rostliny z čeledi bobovitých (*Fabaceae*), které žijí symbióze s hlízkovitými bakteriemi rodu *Rhizobium*, tvoří proteiny velmi podobné živočišnému hemoglobinu. Tyto bakterie žijící ve speciálních hlízkách bobovitých mají schopnost přijímat dusík z atmosféry a přeměnit jej na formu dusíku, která je potřebná pro hostitelskou rostlinu. K fixaci dusíku je ovšem nutné anaerobní prostředí. K vytvoření anaerobního

prostředí je nutný protein, jehož funkcí je regulace kyslíku právě v hlízkách bobovitých. Tento protein se nazývá **leghemoglobin**, který stejně jako hemoglobin váže kyslík, avšak s tím rozdílem, že leghemoglobin ho váže 10× silněji než hemoglobin v erythrocytech. Leghemoglobin způsobuje růžové zabarvení hlízek bobovitých, a je syntetizován díky přítomnosti symbiotických bakterií, které mu dodávají i nezbytnou složku – hem (Lee, 2007).

**Fykobiliny** jsou doprovodná fotosyntetická barviva, která mají funkci přenašečů světelné energie k chlorofylu *a*. Jsou vázány na bílkovinu, jsou hydrofilní a mají lineární tetrapyrrolovou skupinu, navíc neobsahují atom hořčíku ani jiný kov. Vyskytují se především u sinic (*Cyanophyceae*) a u ruduch (*Rhodophyceae*). Fykobiliproteiny jsou buď červeně zbarvené tetrapyrroly **fykoerythrin**, které stojí za charakteristickou barvou červených řas a vzhledově je tak odlišují od dalších skupin řas (Lee, 2007), nebo modré **fykocyaniny**, které dosahují absorpčního maxima 615-620 nm. Na povrchu thylakoidů tvoří fykobiliny jisté anténové struktury, tzv. fykobilizomy, které obsahují fykobiliproteiny jako červený fykoerytrin nebo modrý fykocyanin (Nováček, 2008).

Fykobiliproteiny jsou aktivní při přenosu světelné energie na chlorofyl *a*, a mají tak nepřímou funkci ve fotosyntéze, jsou tedy podobně jako karotenoidy v této funkci barvivy přidruženými.

Dalšími tetrapyrroly, které jsou produkovány tentokrát všemi rostlinami jsou **fytochromy**. Tyto pigmenty absorbují světlo v modrých a červených částech spektra. Více ovšem registrují červenou složku světla. Říká se jim také fotosenzory. Pomáhají rostlinám orientovat se ve světelném prostředí, zejména pokud jsou tyto rostliny zastíněny jinými rostlinami. Fytochromy se v rostlinách vyskytují pouze v malých koncentracích, a tak nepůsobí na vzhled rostlin.

#### **4.1.2 Barviva tvořená isoprenovými jednotkami**

Tyto pigmenty jsou umístěny v chloroplastech rostlinných buněk. Jsou syntetizovány odlišnými chemickými reakcemi, než jakými jsou tvořeny molekuly porfyrinových pigmentů. Dominantou těchto pigmentů jsou žluto-oranžové karotenoidy.

##### **Karotenoidy**

Syntéza těchto pigmentů začíná vytvořením pětiuhlíkaté jednotky z isopentyl difosfátů (IPP). Toto spojení vytváří meziprodukt fytoen. Z chemického hlediska jsou karotenoidy

tetraterpenoidy ( $C_{40}$ ). Základ molekuly tvoří osm izoprenových (2 – methylbuta-1,3 - dien) jednotek a na konci tohoto lineárního řetězce s konjugovanými vazbami se nachází cyklické struktury (Obr. 2) (Pavlová, 2005).

Tyto pigmenty jsou přítomné i v chloroplastech, kde se účastní fotosyntézy v tom smyslu, že absorbují světelné záření a transportují ho chlorofylu.

Karotenoidy jsou barviva odrážející žluto – oranžovou barvu. Absorbují totiž světelné záření v zelených až modrých částech spektra a přenáší delší vlnové délky. Pokud proběhne dehydrogenace fytoenu, vzniknou mezi uhlíky dvojná vazba, které tvoří molekulu lykopenu, což je červené barvivo například rajčete jedlého (*Lycopersicon esculentum*) nebo bobule melounu cukrového (*Melo sativus*).

Karotenoidy nejsou rozpustné ve vodě, mají z chemického hlediska lipofilní charakter a nazývají se také lipochromy. Jsou rozpustná v tucích díky jejich vazbám na membránové struktury lipoidního charakteru. Extrakce těchto barviv se provádí nepolárními rozpouštědly jako jsou alkoholy, aceton nebo ether (Pavlová, 2005).

Karotenoidy jsou velmi hojné v zelených listech rostlin, v kořenech zeleniny, neznámějším kořenem obsahujícím karotenoidy je mrkev (např. *Daucus carota*).

Tato barviva se také vyskytují u hnědých řas (*Phaeophyta*), kde je přítomen karotenoid **fukoxanthin**.

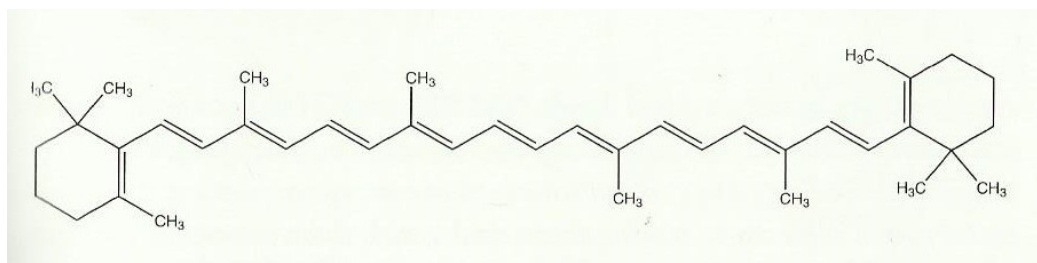
V rostlinné říši najdeme mnoho rostlin, které mají žlutou a oranžovou barvu okvětních lístků. Je to způsobeno nahromaděním chromoplastů v buňkách okvětních lístků. Absorbance vlnových délek je zde ovlivněna počtem dvojných vazeb mezi uhlíkovými atomy. Proto mohou karotenoidy odrážet širokou paletu barev od světle žluté po temně červenou.

Karotenoidy se dělí na dvě základní skupiny, a to jsou karoteny a xantofyly. Karoteny jsou chemicky uhlovodíky a xantofyly jejich kyslíkaté deriváty, kdy kyslík je vázán na koncových cyklických skupinách (Pavlová, 2005).

### **Karoteny**

Jejich název vznikl podle toho, že byly izolovány z kořene mrkve obecné (*Daucus carota*) a to již v roce 1831. Karoteny obsahují tři pigmenty:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – karoten. Rozdíly mezi karoteny jsou pouze ve strukturním uspořádání na koncích molekuly. Nejhojnějším karotenem je  $\beta$  – karoten  $C_{40}H_{56}$  (Obr. 2).  $\gamma$ -karoten má polyenový řetězec na jednom konci otevřený a podobá

se již výše zmíněnému lykopenu, ten má ale otevřený řetězec na obou koncích. Z hlediska výživy člověka má největší význam  $\beta$ -karoten, protože je prekurzorem vitamínu A (Nováček, 2008).



**Obr. 2** Struktura  $\beta$ -karotenu (převzato z Lee, 2007)

### Xantofyly

Nejrozšířenějším barvivem této skupiny je žlutý lutein, což je derivát  $\alpha$ -karotenu. Ve všech zelených částech rostliny provází chlorofyl a je obsažen v květech a plodech. Běžně se nazývá xantofyl.

V obilkách kukuřice seté (*Zea mays*) je obsažen xantofyl zeaxantin, v zelených řasách (*Chlorophyta*) violaxantin, součástí asimilačních orgánů vyšších rostlin bývají např. neoxantin a, anteroxantin atd. V perikarpu bobule papriky roční (*Capsicum annuum*) jsou obsažena červená barviva kapsantin a kapsorubin. Červený xantofyl krocetin je obsažen v šafránu setém (*Crocus sativus*).

Zajímavostí je, že žlutá barva peří kanárů a žloutků ptačích vajíček je způsobena právě xantofyly (Nováček, 2008).

V chloroplastech vyšších rostlin se vyskytuje především  $\beta$ -karoten, z xantofylů zde najdeme lutein, violaxantin, zeaxantin a neoxantin. Syntéza těchto barviv probíhá ve stromatu na vnitřní straně obalové membrány plastidů a probíhá na světle i ve tmě. Světlo má ale na tvorbu karotenoidů zásadní vliv (Pavlová, 2005).

Karotenoidy se z hlediska funkce řadí mezi doprovodné pigmenty. Díky odlišnému absorpčnímu spektru zachycují karotenoidy fotony jiných vlnových délek než chlorofyly, absorbují modré a fialové části spektra, pro lidské oko se jeví jako žluté, oranžové až červenohnědé.

Tato barviva nejsou významná pouze pro absorpci energie pro fotosyntézu, ale hrají také důležitou ochrannou roli. Pokud je množství dopadající energie větší, než je schopen

fotosyntetický aparát využít, tento nadbytek by mohl vést k poškození fotosyntetického aparátu. Při nadbytku dopadající energie začíná pracovat tzv. xantofylový cyklus, tedy sledem reakcí a přeměn jednotlivých xantofylů mění dopadající energie na teplo (Pavlová, 2005).

Karotenoidy mají sklon k oxidačním a redukčním reakcím, které jsou provázeny změnami vazby. Redukce karotenoidů může vést k zeslábnutí barvy nebo až k úplnému vyblednutí.

## **4.2 Vakuolární barviva**

Pigmenty obsažené ve vakuolách neřadíme mezi asimilační barviva, neúčastní se tedy fotosyntetických dějů. Vakuolární barviva jsou rozpustná ve vodě, jsou tedy hydrofilní a také se nazývají hydrochromy. Chemicky jsou to flavonoidy, které rozdělujeme na antokyany, flavonoly a flavony. Antokyany odrážejí červené a modré barvy, flavony a flavonoly jsou bělavé, nažloutlé nebo žluté (Šácha, 2013).

### **4.2.1 Fenyylpropanoidy / Flavonoidy**

V rostlinné říši nacházíme barvy v mnoha rozmanitých kombinacích, zvláště když jde o růžové, červené nebo fialové barvy. Za všechno může jedna syntéza odpovědná za tuto rozmanitost.

Flavonoidy mají svou funkci i v interakcích mezi rostlinami a živočichy. Opylovače lákají barvy květů a plodů, nejčastěji způsobené antokyany. Je také prokázáno, že flavonoidy chrání rostliny před ultrafialovým zářením, slouží tedy jako UV filtry (Koes, R.E. et al., 1994).

Flavonoidy jsou produkty sekundárního metabolismu patřící do velké skupiny rostlinných fenolů. Mají velmi široké spektrum barev od světle žluté po modrou. V závislosti na jejich struktuře, mohou být flavonoidy rozděleny do několika skupin, jako jsou chalkony, flavony, flavonoly a antokyany (Tanaka et al., 2008). Flavonoidy se vyskytují v celé rostlinnou říši od mechorostů (*Bryophyta*) po kvetoucí rostliny.

#### **Flavony a flavonoly**

Tyto flavonoidy nazýváme co-pigmenty, protože jsou pro lidské oko bezbarvé, ale přesto mají na barvu antokyanů vliv. Rozdíl mezi těmito co-pigmenty je v tom, že flavonoly mají další hydroxylové skupiny ve své molekulární struktuře. Podle absorpce UV záření se mění



barva a vzory květin a díky velké rozmanitosti barev a vzniklých vzorů rostlina láká hmyz (Tanaka et al., 2008). Flavony a flavonoly lze nalézt ve většině bílých okvětních lístků. Většina flavonoidů váže do své molekuly cukry ke zvýšení své rozpustnosti.

### **Antokyany**

Antokyany jsou nejdůležitějšími barvivými odrážející viditelné barvy v rostlinné říši. Název antokyany je odvozen od řeckého anthos = květina a kyanos – modrý.

Molekuly, které tvoří antokyany jsou zodpovědné za většinu barev květů i plodů. Existuje několik hlavních typů molekul antokyanů a samotný počet antokyanových barviv je velmi velký, protože závisí na struktuře molekul a na místech, kam se váží cukry pro zvýšení rozpustnosti. Struktura molekuly potom může ovlivnit absorpenci světelného záření a tím se může změnit rozmezí vlnových délek a tím pádem odstín odrážené barvy rostlin (Lee, 2007).

Tyto ve vodě rozpustné sloučeniny patřící do skupiny flavonoidů, jsou odvozeny od fenyloalaninu. Antokyany jsou syntetizovány v cytosolu a umístěny ve vakuolách. V rostlinné říši poskytují širokou škálu barev sahající od oranžové, přes červenou, fialovou až po modrou. Jejich barva závisí nejen na struktuře molekuly, ale také na dalších pigmentech, kovových iontech a pH. Červená barva signalizuje kyselé pH a modrá zásadité prostředí (Šácha, 2013). Antokyany jsou v rostlinné říši široce rozšířeny. Nejvíce se vyskytují v okvětních lístcích. Pokud antokyany chybí, mají květy barvu bílou.

Antokyanové pigmenty mají několik biologických funkcí. Odrážejí světelné záření na chlorofyl listů rostlin, chrání citlivé části rostliny před destruktivním ultrafialovým zářením a důležitá funkce antokyanů spočívá také v reprodukci rostlin. Barva květů navíc láká opylovače.

Jako příklad antokyanů jmenujme cihlově červený pigment pelargonidin, červený pigment cyanidin a modrý je delphinidin.

#### **4.2.2 Ostatní barviva**

##### **Chinony**

Chinony jsou v rostlinné říši velmi rozšířeny, avšak pouze část z nich je schopna absorbovat světelné záření a odrážet viditelné barvy. Určité molekuly, jako plastochinony v chloroplastech a ubichinony v mitochondriích slouží k transportu elektronů při fotosyntéze a respiraci, jsou podobné tetrapyrrolům zmíněným výše. Jako příklad barevného chinonu

můžeme uvést juglon (5-hydroxy-1,4-naftochinon), barvivo izolované ze zelených slupek vlašských ořechů, které se používá jako tmavě hnědé textilní barvivo nebo jako inkoust (Lee, 2007).

Melaniny tvoří makromolekulární barviva s chinonovou strukturou, která vznikají oxidací aminokyseliny tyrosinu, způsobují hnědé zabarvení ovocných plodů, bulev, hlíz nebo plodnic rostlin. Melaniny se dělí na černohnědé enmelaniny a žluté až červenohnědé feomelaniny (Nováček, 2008).

### **Indolová barviva**

Základem indolových barviv je molekula indol. Nejznámějším indolovým barvivem je indigo, chemicky indigolin. Toto modré barvivo je obsaženo v indigovníku (*Indigofera sp.*), který v listech obsahuje indikan, jehož hydrolyzou se uvolňuje žlutý indoxyl, který potom vzdušnou oxidací poskytuje indigo. Dalšími indolovými barvivy jsou hydrochromní betalainy (Nováček, 2008).

### **Betalainy**

Ačkoli je rozšíření antokyanů v rostlinné říši obrovské, v jedné čeledi se s antokyany nesetkáme, i když její květy mají barvy odpovídající barvám antokyanů. Jedná se o řád dvouděložných rostlin z řádu hvozdníkotvarých (*Caryophyllales*). Tato skupina se odlišuje od ostatních barevně kvetoucích rostlin produkcí betalainových barviv. Další rostliny, které produkují tyto pigmenty jsou kaktusy, nebo ze zmíněných hvozdníkotvarých nocenkovité (*Bougainvillea*) a šruchovitě (*Portulaca*). Tyto rostliny produkují hlavní skupiny flavonoidů krom antokyanů. Součástí molekul betalainů jsou dusíkaté molekuly, jejichž přítomnost tvoří rozdíly mezi nimi a antokyany nebo například karotenoidy. Barvy, které odráží jsou přitom totožné. Betalainy odrážejí barvy spektra od žluté po červenou. Žlutě zbarvené betalainy se nazývají betaxanthiny a červené betacyaniny.

Stejně jako antokyany váží betalainy do své molekuly cukry z důvodu zvyšování rozpustnosti (Lee, 2007).

Zajímavostí je, že rostliny, které obsahují velké množství těchto látek, se využívají pro své prospěšné účinky například jako preventivní prostředky pro ochranu před civilizačními chorobami. Zcela postrádají mutagenitu a nemají vliv na jaterní tkáň. Po jejich aplikaci se mohou stolice i moč zbarvit do růžové až červené barvy. Tento jev se však vyskytuje u 10-14 % populace (Opletal, 2016).

## **5 Zastoupení tematiky rostlinných barviv v kurikulárních dokumentech**

Součástí této kapitoly je výzkum zastoupení tematiky rostlinných barviv, realizován prostřednictvím hodnocení publikací, které obsahují učivo týkající se botaniky a obecné biologie. Hodnoceny byly nejen učebnice, ale i dostupné pracovní sešity či metodické příručky učitele. Předmětem hodnocení jsou běžné a co nejaktuálnější učebnice a další přírodopisné publikace nakladatelství Fraus, Prodos, Natura, Scientia, Fortuna, Taktik International, SPN a Nová škola. Všechny publikace obsahovaly doložku MŠMT.

Hodnocení těchto publikací týkajících se výuky přírodopisu se zaměřením na rostlinná barviva je také teoretickým východiskem pro dotazníkové šetření, které zkoumá badatelsky orientované výuky a výuky rostlinných barviv na základních školách. Tyto teoretické podklady byly využity pro sestavení vhodných otázek do dotazníku.

### **5.1 Rostlinná barviva a RVP v základním vzdělávání**

Výuka přírodních věd a přírodopisu na základních školách spadá do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, který se rozděluje na vzdělávací obory fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis (geografie). V těchto vzdělávacích oborech žáci poznávají skutečnosti, vztahy mezi stavem přírody a lidskou činností, závislost člověka na přírodních zdrojích a vlivy lidské činnosti na stav životního prostředí a na lidské zdraví. Žák se učí odhalovat příčiny a následky změn probíhajících v přírodě a jejich vliv na ekosystémy.

Cílem této vzdělávací oblasti je vést žáka ke zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod i různých metod racionálního uvažování, kladení otázek o průběhu a příčinách různých přírodních procesů a správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi, posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení hypotéz či závěrů, zapojení do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodě.

Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru přírodopis pro 2. stupeň základních škol obsahuje očekávané výstupy, které by měl žák zvládnout po probrání učiva. Rostlinná barviva můžeme zařadit jak do obecné biologie, tak do biologie rostlin, proto se zaměřím na očekávané výstupy a učivo těchto témat a informací, které souvisí s rostlinnými barvivy.

Jedním z očekávaných výstupů v části *Obecná biologie a genetika* je tento: „Žák popíše základní rozdíly mezi buňkou rostlin, živočichů a bakterií a objasní funkci základních organel.“ (RVP ZV, 2016). Pod očekávanými výstupy je uvedeno učivo probírané k tomuto tématu. Obecná biologie a genetika zahrnuje toto učivo: základní struktura života – buňky, pletiva, tkáně, orgány, orgánové soustavy, organismy jednobuněčné a mnohobuněčné.

Očekávaným výstupem části *Biologie rostlin* jsou tyto: „Žák odvodí na základě pozorování uspořádání rostlinného těla od buňky přes pletiva až k jednotlivým orgánům. Žák porovná vnější a vnitřní stavbu jednotlivých orgánů a uvede praktické příklady jejich funkcí a vztahů v rostlině jako celku. Žák vysvětlí princip základních rostlinných fyziologických procesů a jejich využití v pěstování rostlin.“. Učivo této části zahrnuje anatomie a morfologie rostlin – stavba a význam jednotlivých částí těla vyšších rostlin (kořen, stonek, list, květ, semeno, plod); fyziologie rostlin – základní principy fotosyntézy, dýchání, růstu, rozmnožování (RVP ZV, 2016).

Nedílnou součástí výuky přírodovědných předmětů jsou také experimenty. Očekávaným výstupem ve vzdělávacím oboru Přírodopis je i sekce *Praktické poznávání přírody*, kde učivo zahrnuje práci s mikroskopem, lupou, práci s určovacím klíčem, založení herbáře či jednoduché rozčleňování rostlin a živočichů.

Součástí výuky přírodopisu a dalších přírodovědných předmětů je práce v laboratoři a v laboratorních podmínkách. Zde se prolínají vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Člověk a svět práce, kde jsou uvedeny očekávané výstupy k tématu *Práce s laboratorní technikou*. Učivo zde zahrnuje základní laboratorní postupy a metody a základní laboratorní přístroje, zařízení a pomůcky. Očekávané výstupy se potom týkají výběru vhodných pracovních postupů, přístrojů a pomůcek pro konkrétní pozorování, měření a experimenty, zpracování protokolů a formulace závěrů, vyhledávání v dostupných informačních zdrojích, dodržování pravidel bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí při experimentální práci a poskytnutí první pomoci při úrazu v laboratoři.

## **5.2 Metodika hodnocení publikací**

Pro hodnocení publikací byl využit kvalitativní výzkum s využitím metody obsahové analýzy dokumentu.

Cílem hodnocení učebnic přírodopisu a dalších publikací spojených s výukou přírodopisu na základních školách bylo zjistit zastoupení výuky rostlinných barviv.

Průběh hodnocení postupoval podle následujících kritérií:

1. Informace o rostlinných barvivech při výuce obecné biologie, téma rostlinná buňka a fotosyntéza.
2. Informace o rostlinných barvivech při výuce botaniky, úvod do botaniky, případně systém nižších a vyšších rostlin.
3. Náměty pro praktické činnosti či laboratorní činnosti s tématem rostlinných barviv či fotosyntézy.

### **Hypotézy**

- H1 V učebnicích přírodopisu pro 6. a 7. ročník základních škol se ve většině případů zmiňují pouze o zeleném rostlinném barvivu (chlorofyl).
- H2 Učebnice, pracovní listy a další zkoumané publikace obsahující náměty na praktické činnosti nebo laboratorní úlohy týkající se rostlinných barviv, se zabývají pouze zeleným rostlinným barvivem (chlorofylem).

## **5.3 Seznam hodnocených publikací**

### **Učebnice a pracovní sešity pro 6. ročník ZŠ**

JURČÁK, J., Přírodopis 6, Prodos, 1997 ISBN 978-80-7230-136-5

JURČÁK, J., Přírodopis 6: Pracovní sešit, Prodos, 1997, ISBN 978-80-85806-58-8.

KAREŠOVÁ, P. et al., Hravý přírodopis 6: pracovní sešit pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia: v souladu s RVP ZV, 2015, Praha: Taktik International, spol. ISBN 978-80-87881-39-2.

KVASNIČKOVÁ, D., Ekologický přírodopis 6: pro 6. ročník základní školy. 4., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2009. ISBN 978-80-7373-056-7.

MIHULENKOVÁ, H., ŠEVČÍK, D., DANČÁK, M., Přírodopis 6, Olomouc: Prodos, 2015. ISBN 978-80-7230-294-9.

MIHULENKOVÁ, H., ŠEVČÍK, D., DANČÁK, M., Přírodopis 6: Pracovní sešit, Olomouc: Prodos, 2015. ISBN: 978-80-7230-295-6

PELIKÁNOVÁ, I., Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia (nová generace). Plzeň: Fraus, 2014. ISBN 978-80-7489-009-3.

### **Učebnice a pracovní sešity pro 7. ročník ZŠ**

ČERNÍK, V., Přírodopis 7: zoologie a botanika pro základní školy. Praha: SPN, 2008. ISBN 978-80-7235-387-3.

DOBRORUKA, L.J., Přírodopis II pro 7. ročník ZŠ, Scientia, 2. vyd., 2013. ISBN 978-80-7183-302-4.

HEDBÁVNÁ, H., Přírodopis: učebnice. 2. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2015. Duhová řada. ISBN 9788072896479.

HEDBÁVNÁ, H., Přírodopis: pracovní sešit. 2. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2015. Duhová řada. ISBN 9788072896448.

JURČÁK, J., Přírodopis 7: Pracovní sešit, Prodos: 1996, ISBN: 978-80-7230-017-4.

JURČÁK, J. a kol., Přírodopis 7, Prodos: 1999 ISBN 978-80-7230-015-6.

KVASNIČKOVÁ, D., Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy. Čtvrté, upravené vydání. Praha: Fortuna, 2016. ISBN 978-80-7373-103-8.

MAČÁKOVÁ, M. et al., Hravý přírodopis 7: pracovní sešit pro 7. ročník ZŠ a víceletá gymnázia: v souladu s RVP ZV. Praha: Taktik International, spol., 2015. ISBN 978-80-8788-140-8.

MALENINSKÝ, M., Přírodopis pro 7. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: obratlovci, vyšší rostliny. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2006. Natura. ISBN 80-86034-66-6.

PELIKÁNOVÁ, I. a kol., Přírodopis 7: pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Fraus, 2015. ISBN 978-80-7489-038-3.

PELIKÁNOVÁ, I. a kol., Přírodopis 7: Pracovní sešit. Plzeň: Fraus, 2015. ISBN 978-80-7489-038-3.

## Ostatní publikace

DOBRORUKOVÁ, J., Přírodopis: inspirace a projekty: 100 námětů pro tvořivou výuku. Praha: Scientia, 2008. ISBN 978-80-86960-37-1.

HERINK, J., Základy přírodopisných znalostí, Natura: 2007, ISBN 978-80-86034-69-0.

## 5.4 Výsledky

Tato podkapitola popisuje výsledky hodnocení učebnic přírodopisu základních škol se zaměřením na zastoupení informací o rostlinných barvivech ve výuce.

Vzhledem k tomu, že množství informací věnujících se rostlinným barvivům není mnoho, uvedu zde jen ty publikace, které se této problematice věnovaly podrobněji, nebo v nich byla zařazena praktická aktivita na toto téma. Obecně lze říci, že všechny zkoumané učebnice a pracovní sešity, zabývající se úvodem do biologie (převážně učebnice pro 6. ročníky), obsahují kapitolu nebo cvičení zabývající buňkou a rozdíly mezi buňkou rostlinnou a živočišnou (např. Karešová, 2015). Ve všech učebnicích najdeme zmínku o plastidech obsahujících zelené barvivo a jeho souvislost s fotosyntézou. Rostlinné barvivo, které je v učebnicích nejvíce zmiňováno, je chlorofyl, který se objevuje hlavně u učiva věnujícímu se fotosyntéze. Problematika fotosyntézy se vyskytuje ve všech publikacích, ale v různých mírách. Další rostlinná barviva v učebnicích uvedena nebyla.

V učebnici přírodopisu pro 6. ročník z nakladatelství Prodos (Jurčák, 1997) mě překvapil pojem „listová zeleň“ a za ním v závorce chlorofyl. Ve všech ostatních zkoumaných učebnicích se pojem „listová zeleň“ nevyskytl, používá se pouze pojem chlorofyl. Nejspíše je to dáno tím, že se jedná o nejstarší publikaci z hodnocených učebnic.

V učebnici přírodopisu pro 7. ročník ZŠ nakladatelství Natura (Maleninský, 2006) nalezneme podkapitolu „Listy – nejen plíce rostlin“, která obsahuje odstavec věnující se rostlinám bez chlorofylu. Je zde uvedeno, že některé rostliny nejsou zelené a nemohou provádět fotosyntézu a odstavec poté přechází do definice parazitického života rostlin.

V pracovním sešitě přírodopisu pro 6. ročník ZŠ nakladatelství Prodos (Jurčák, 1997) najdeme praktické cvičení s názvem *Rostlinná barviva obsažená v listech*. Toto praktické cvičení je postaveno na principu chromatografie, kdy žáci provedou extrakci chlorofylu z listů rostlin pomocí ethanolu a po namočení filtračního papíru do extraktu se od sebe

začnou oddělovat jednotlivá barviva. Cílem praktického cvičení je ukázat žákům, že listy neobsahují pouze zelené barvivo chlorofyl, ale i jiná barviva. Záleží nejspíše pak na vyučujícím, do jaké míry se bude ostatním barvivům věnovat.

Papírové chromatografii se věnuje i další úloha, tentokrát z publikace *Přírodopis: inspirace a projekty: 100 námětů pro tvořivou výuku* (Dobroruková, 2008). V této publikaci je experiment s papírovou chromatografií více propracován a žáci zde zkoumají barviva z různobarevných podzimních listů jírovce maďalu. Popis pracovního postupu je zde podrobně a přehledně uveden a jsou zde konkrétně zmíněny barviva jako karoteny a xantofyly. Cílem úlohy je seznámení žáků s metodou papírové chromatografie a zjištění žáků, že listy obsahují i jiná rostlinná barviva než chlorofyl, který se navíc na podzim rozkládá a ustupuje pigmentům jiných barev.

Učebnice ekologického přírodopisu pro 7. ročníku nakladatelství Fortuna (Kvasničková, 2006) se problematikou rostlinných barviv oproti ostatním učebnicím zabývá relativně podrobně. V kapitole věnující se stavbě listu autoři pěknými a názornými ilustracemi popisují vnitřní stavbu listu. Uvádějí zde také, jakou část spektra chloroplasty pohlcují (zde by měl být uveden spíše chlorofyl, než chloroplasty) a jakou část spektra odrážejí. Tím vysvětlují, proč jsou listy zelené. Tato učebnice se věnuje i změnám barvy listů na podzim a zabývá se rozkladem chlorofylu.

Následující tabulka (*Tab. 1*) přehledně shrnuje zmínky o rostlinných barvivech. Jsou zde uvedeny publikace, ve kterých se vyskytují informace, které jdou více do hloubky nebo zmiňují i jiná rostlinná barviva než chlorofyl, případně obsahují náměty na praktické aktivity či laboratorní cvičení.

**Tab. 1** Hodnocení publikací

Publikace	Teoretická zmínka	Náměty na praktické aktivity
Pracovní sešit pro 6. ročník, nakl. Prodos		extrakce chlorofylu, chromatografie
Přírodopis pro 7. ročník, nakl. Natura	rostliny bez chlorofylu, parazitické rostliny	
Ekologický přírodopis pro 7. ročník, nakl. Fortuna	barevné spektrum chlorofylu, rozklad chlorofylu	
Přírodopis: inspirace a projekty: 100 námětů pro tvořivou výuku		papírová chromatografie



## **6 Dotazníkové šetření**

V rámci této diplomové práce proběhl výzkum metodou dotazníkového šetření. Dotazník je rozdělen do dvou částí. První část je zaměřena na využití badatelsky orientovaného vyučování ve výuce přírodopisu na druhém stupni základních škol a v druhé části se zabývá otázkou výuky rostlinných barviv, popřípadě potom jeho výuky formou BOV.

### **6.1 Metodika dotazníkového šetření**

Pro výzkum, který je součástí této diplomové práce, byla zvolena metoda dotazníkového šetření. Tento výzkum je kvalitativní a při jeho vytváření a vyhodnocování jsem vycházela z publikace *Metody pedagogického výzkumu* (Chrástka, 2007).

Dotazník obsahoval 25 otevřených i uzavřených otázek. Bylo zde využito „přeskakujících“ otázek, to znamená, že podle možnosti, kterou respondent zvolil, byl přesměrován na jinou otázku. Počet otázek je pro každého respondenta tudíž proměnlivý. Formulář dotazníku byl vytvořen online pomocí šablony Formuláře Google (viz *Příloha I*).

Dotazník byl rozeslán do 63 základních škol v okresech Praha – východ a Praha – Západ prostřednictvím emailu. Seznam škol a kontakty na ně jsem čerpala z internetové stránky [www.seznamskol.cz](http://www.seznamskol.cz) (Seznam škol, © 2002–2017). Ve většině případů byly na internetových stránkách škol pouze kontakty na vedení školy nebo zde byl uveden pouze informační email. V minimu případů (asi ve dvou) byly na stránkách školy uvedeny přímo kontakty na pedagogy spolu s informacemi o jejich aprobačních. V rozeslaném emailu jsme proto požádala o rozeslání dotazníku všem vyučujícím přírodopisu na dané základní škole. Informace o konkrétním počtu oslovených vyučujících je tedy neznámá.

#### **Výzkumné otázky**

- Jaké procento vyučujících zná pojem badatelsky orientovaná výuka?
- Využívají vyučující badatelsky orientovanou výuku v hodinách přírodopisu?
- Existuje rozdíl ve znalosti BOV mezi okresy Praha – východ a Praha – západ?
- Zařazují vyučující do své výuky rostlinná barviva?
- Využívají vyučující badatelsky orientovanou výuku ve výuce rostlinných barviv?

## Hypotézy

- H3 Většina dotázaných vyučujících alespoň jednou slyšela o pojmu badatelsky orientovaná výuka.
- H4 Většina vyučujících, kteří znají pojem badatelsky orientovaná výuka tuto formu výuky alespoň jednou využili.
- H5 Rozdíly ve znalosti BOV vzhledem k okresu, kde dotazovaní vyučují (tzn. Praha-východ a Praha-západ) nejsou výrazné.
- H6 Většina dotazovaných zařazuje téma rostlinných barviv do výuky.
- H7 Větší podíl dotazovaných zatím nevyužil BOV k výuce rostlinných barviv.

## 6.2 Výsledky

Dotazník byl v dostupný k vyplnění 3 týdny od 7. 3. 2017 do 21. 3. 2017. Za tu dobu jej vyplnilo 31 respondentů.

Dotazník byl rozeslán do 63 základních škol, které provozují druhý stupeň. Vzhledem k tomu, že neexistuje informace o konkrétním počtu oslovených pedagogů, nemohu zde uvést návratnost.

### Zastoupení mužů a žen

Výzkum potvrdil nízký podíl učitelů-mužů v základním vzdělávání, pouze 9,7 % (*Tab.2*). Podle MŠMT za 1. pololetí roku 2016 byl podíl mužů mezi zaměstnanci základních škol 14,1 %. (MŠMT, online). Podíl všech učitelů mužského pohlaví z celkového počtu učitelů všech typů škol českého vzdělávacího systému je potom 18,6 %.

**Tab. 2** Zastoupení mužů a žen

Pohlaví	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
muži	3	9,7
ženy	28	90,3
celkem	31	100

### Věk respondentů

Nejvíce respondentů dosahuje věku mezi 20. a 30. rokem života (*Tab. 3*). Podle statistik MŠMT nejvíce učitelů v 1. pololetí roku 2016 dosahuje kolem 50 let, konkrétně věk mezi 46 až 55 let 32,2 % (MŠMT, online).

**Tab. 3** Věk respondentů

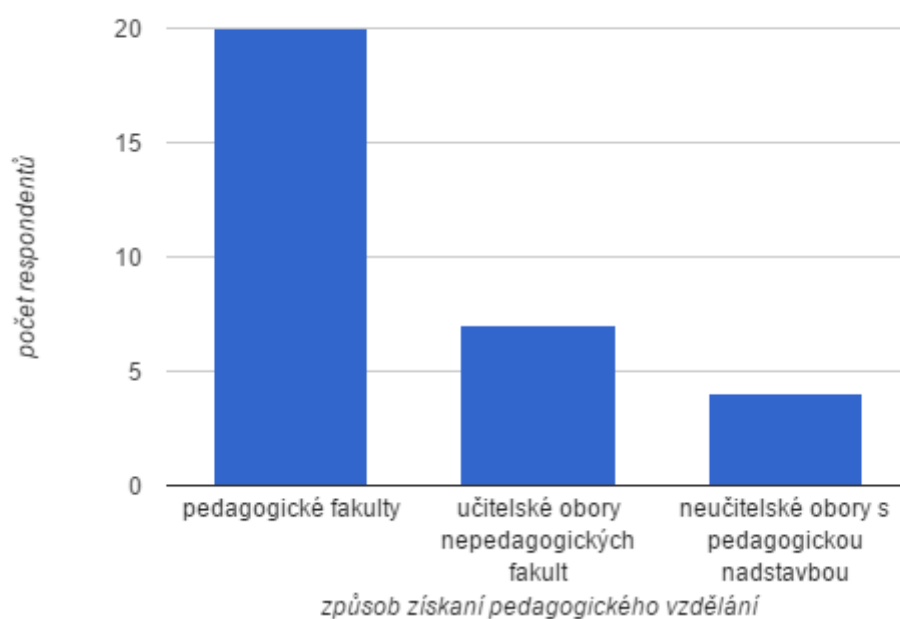
Věk	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
20 až 30 let	14	42,5
31 až 40 let	4	12,9
41 až 50 let	9	29
51 až 65 let	3	9,7
66 a více let	1	3,2
celkem	31	100

### Způsob studia k získání pedagogické kvalifikace

Z dotazníkového šetření vyplývá, že většina (64,5 %) dotazovaných respondentů má vystudovanou pedagogickou fakultu nebo ji aktuálně studují. Výsledky týkající se studia respondentů jsou znázorněny i graficky (viz *Graf 1*).

**Tab. 4** Způsob získání pedagogického vzdělání

Fakulta	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
pedagogické fakulty	20	64,5
učitelské obory nepedagogických fakult	7	22,6
neučitelské obory s pedagogickou nástavbou	4	12,9
celkem	31	100



**Graf 1** Způsob získání pedagogického vzdělání

### Znalost pojmu badatelsky orientovaná výuka

V první části se výzkum zabývá znalostí a využitím badatelsky orientované výuky ve výuce přírodopisu. Základní otázkou je, zda vyučující pojem BOV vůbec znají.

Z dotazníkového šetření vyplývá, že většina dotazovaných (67,7 %) zná pojem badatelsky orientovaná výuka (viz Tab. 5).

**Tab. 5** Znalost BOV

Znalost BOV	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
ano	21	67,7
ne	10	32,3
celkem	31	100

### Znalost badatelsky orientovaného vyučování vzhledem k vystudované instituci

Tento úsek výzkumu sleduje vztah studia respondentů, díky kterému získali pedagogickou kvalifikaci v závislosti se znalostí BOV. Výsledky vztahů mezi znalostí BOV a studiem na různých fakultách jsou uvedeny v tabulkách (Tab. 5.1, Tab. 5.2, Tab. 5.3).

### **Absolvent nebo student pedagogické fakulty a jeho znalost BOV**

Z výzkumu vyplývá, že absolventi nebo studenti pedagogických fakult ze 65 % znají pojem badatelsky orientovaná výuka.

**Tab. 5.1** Znalost BOV a pedagogické fakulty

<b>Znalost pojmu BOV</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
ano	13	65
ne	7	35
celkem	20	100

### **Absolvent nebo student učitelství na nepedagogické fakultě**

Z dotazníkového šetření vyplývá, že absolventi nebo studenti učitelských oborů na nepedagogických fakultách v převážné většině (71,4 %) znají pojem badatelsky orientovaná výuka. Vzorek respondentů byl však velmi malý.

**Tab. 5.2** Znalost BOV a nepedagogické fakulty

<b>Znalost pojmu BOV</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
ano	5	71,4
ne	2	28,6
celkem	7	100

### **Absolvent nebo student ostatních fakult s pedagogickou nástavbou**

Z dotazníkového šetření vyplývá, že i absolventi nebo studenti nepedagogických oborů, kteří absolvovali pedagogickou nástavbu ve většině případů (75 %) znají pojem badatelsky orientovaná výuka. Vzorek těchto respondentů byl však velmi malý, proto výsledky nejsou příliš objektivní a nelze je zobecňovat.

**Tab. 5.3** Znalost BOV a pedagogická nástavba

<b>Znalost pojmu BOV</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
ano	3	75
ne	1	25
celkem	4	100

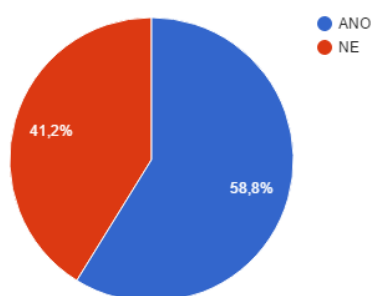
## Znalost badatelsky orientovaného vyučování vzhledem k okresu

Dotazník byl zaměřen na vyučující v okresech Praha-východ a Praha-západ. Cílem výzkumu bylo porovnat, zdali existuje rozdíl mezi znalostí BOV mezi těmito dvěma okresy. Z výsledku můžeme vyčíst, že zastoupení vyučujících, kteří znají pojem badatelsky orientovaná výuka působící v okrese Praha-západ. Je nutné ale dodat, že počet respondentů byl v okrese Praha-západ nižší.

**Tab. 6** Zastoupení respondentů v jednotlivých okresech

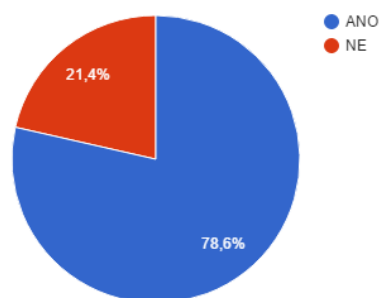
Okres	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
Praha-východ	17	54,8
Praha-západ	14	45,2
celkem	31	100

**Praha-východ**



**Graf 2** Znalost BOV v okrese Praha-východ

**Praha-západ**



**Graf 3** Znalost BOV v okrese Praha-západ

## Zdroje informací o BOV

Součástí dotazníkového šetření byla otázka: *Kde jste se s pojmem badatelsky orientovaná výuka poprvé setkali?* Tato otázka obsahovala uzavřené odpovědi s možností doplnit jinou odpověď, která ve výčtu možností mohla chybět. Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že 52,4 % respondentů se poprvé o badatelsky orientovaném vyučování dozvědělo při svém studiu na vysoké škole. Respondent, který označil položku jiné, uvedl, že se o BOV poprvé dozvěděl díky projektu 5P.

**Tab. 7** Zdroj informací o BOV

<b>Zdroj informací</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
studium VŠ	11	52,4
učitelská praxe (např. od vedení, kolegů, ...)	4	19
cílené vyhledávání/ samostudium	3	14,3
náhoda (internet, knihy, ...)	2	9,5
jiné	1	4,8
celkem	21	100

### **Využití badatelsky orientované výuky ve výuce přírodopisu**

Otázka, zda vyučující alespoň jednou využili badatelsky orientovanou výuku ve výuce přírodopisu byla položena respondentům, kteří kladně odpověděli na otázku, zdali znají pojem badatelsky orientovaná výuka. Z výsledků vyplývá, že vyučující znají pojmu badatelsky orientovaná výuka ve skoro 62 % alespoň jednou záměrně využili badatelsky orientovanou výuku v hodinách přírodopisu.

**Tab. 8** Využití BOV ve výuce

<b>Využití BOV ve výuce</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
ano	13	61,9
ne	8	38,1
celkem	21	100

### **Efektivita badatelsky orientované výuky**

Součástí dotazníku byla i otázka týkající se efektivity badatelsky orientované výuky, kterou hodnotili respondenti, kteří záměrně využili BOV ve výuce přírodopisu. Dotazovaní odpovídali na otázku, zda považují badatelsky orientované vyučování za efektivní. Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že převážná většina (92,3%) vyučujících, kteří záměrně použili metody BOV při výuce přírodopisu, považují tento způsob vyučování za efektivní.

**Tab. 9** Efektivita BOV

<b>BOV je efektivní metoda</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
<b>ano</b>	12	92,3
<b>ne</b>	0	0
<b>nevím</b>	1	7,7
<b>celkem</b>	13	100

### **Badatelsky orientovaná výuka vzhledem k počtu žáků ve třídě**

V rámci výzkumu jsem zjišťovala využití badatelsky orientované výuky vzhledem k průměrnému počtu žáků ve třídě. Z dotazníkového šetření vyplývá, že průměrný počet žáků ve třídách se pohybuje kolem 21 až 25 žáků. Tento počet se vyskytoval u 38,7 % dotazovaných.

**Tab. 10** Průměrný počet žáků ve třídě

<b>Průměrný počet žáků ve třídě</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
méně než 15 žáků	2	6,5
15 až 20 žáků	6	19,4
21 až 25 žáků	12	38,7
26 až 30 žáků	9	29
více než 30 žáků	2	6,5
<b>celkem</b>	<b>31</b>	<b>100</b>

### **Využívání BOV ve výuce přírodopisu vzhledem k počtu žáků ve třídě**

Respondenti byli dotázáni, zda znají pojem BOV, zda tuto metodiku někdy použili ve výuce a zda budou tuto formu výuky i nadále využívat. Z výsledku je patrné, že většina vyučujících, kteří již BOV ve výuce využili, budou tuto metodu využívat i nadále neohledně na počet žáků ve třídách. Výsledky podle průměrného počtu žáků ve třídách jsou v tabulkách *Tab. 10.1*, *Tab. 10.2* a *Tab. 10.3*.



**Tab. 10.1** Využití BOV (méně než 21 žáků ve třídě)

<b>Vyžití BOV (méně než 21 žáků)</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
využili a budou pokračovat	3	37,5
znají a nevyužili	2	25
neznají	3	37,5
celkem	8	100

**Tab. 10.2** Využití BOV (21-25 žáků ve třídě)

<b>Vyžití BOV (21–25 žáků)</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
využili a budou pokračovat	5	51,7
využili a neví, zda budou pokračovat	1	8,3
znají a nevyužili	3	25
neznají	3	25
celkem	12	100

**Tab. 10.3** Využití BOV (26+ žáků ve třídě)

<b>Vyžití BOV (26+ žáků)</b>	<b>Absolutní četnost</b>	<b>Relativní četnost (%)</b>
využili a budou pokračovat	3	27,3
využili a neví, zda budou pokračovat	1	9,1
znají a nevyužili	3	27,3
neznají	4	36,4
celkem	11	100

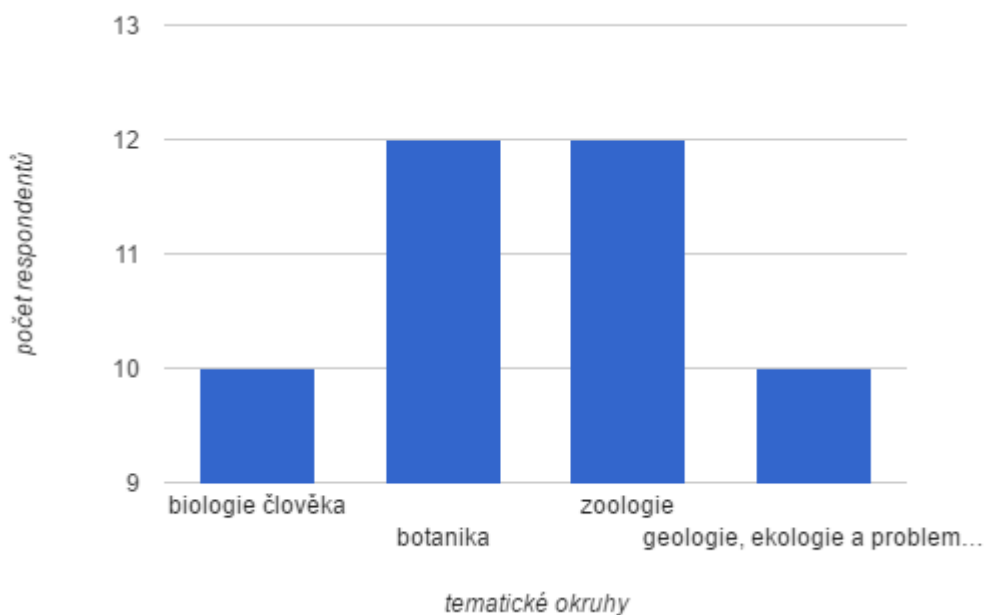
### **Tematické okruhy vyučované formou BOV**

Respondenti, kteří alespoň jednou využili BOV ve výuce, byly dotázáni na tematické okruhy vzdělávací oblasti přírodopisu, ve kterých využívají BOV. Tato otázka měla uzavřené odpovědi a respondenti poté mohli uvést konkrétní příklady či témata, ve kterých využili BOV.

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že respondenti využívají BOV ve všech oblastech přírodopisu, botanika a zoologie však mírně převažují. Tyto dvě oblasti označilo

12 respondentů (viz *Graf 4*) z celkového počtu 21, tedy těch, kteří BOV využili ve výuce alespoň jednou.

Konkrétní příklady témat, při kterých respondenti využívají BOV byly tyto: Darwinova teorie, biologie buněk, ptáci v zimě, cévní svazky, vejce nebo metabolické pochody v lidském těle.



**Graf 4** Tematické okruhy s BOV

### **Zařazení rostlinných barviv/pigmentů ve výuce**

Druhá část dotazníkového šetření se týkala zjišťování, zda vyučující zařazují do výuky přírodopisu, konkrétně ve výuce fyziologie rostlin, rostlinná barviva (rostlinné pigmenty). Pokud respondent odpověděl, že rostlinná barviva ve výuce nezmiňuje, byl dotázán, z jakého důvodu tomu tak nečiní. Z výsledků šetření vyplývá, že respondenti ve většině případů rostlinná barviva do výuky zařazují (viz *Tab.11*). Důvodem nezařazení rostlinných barviv do výuky je pak většinou to, že se jedná už o příliš odborné učivo (viz *Tab. 11.1*).

**Tab. 11** Zařazení rostlinných barviv do výuky

Zařazení rostlinných barviv do výuky	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
ano	26	83,9
ne	5	16,1
celkem	31	100

**Tab. 11.1** Důvod nezařazení rostlinných barviv do výuky

Důvod nezařazení	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
jedná se o příliš podrobné učivo	4	80
nepovažuji toto téma za důležité	1	20
celkem	5	100

### Rostlinná barviva formou badatelsky orientované výuky

Závěr dotazníku se věnuje otázce propojení učiva o rostlinných barvivech a badatelsky orientované výuky. Respondenti byli dotázáni, zda někdy využili BOV ve výuce rostlinných barviv a pokud ne, zda o využití BOV v rámci tohoto tématu uvažují. Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že většina (88,5%) dotazovaných BOV ve výuce rostlinných barviv nevyužívá (Tab.12). Třetina respondentů, kteří zatím nevyužili BOV ve výuce rostlinných barviv, o tom ale uvažuje a 60,9 % zvolilo možnost takovou, že v budoucnu BOV v rámci tohoto tématu využije (viz Tab.12.1).

**Tab. 12** BOV a rostlinná barviva

Využití BOV ve výuce rostlinných barviv	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
ano	3	11,5
ne	23	88,5
celkem	26	100

**Tab. 12.1** Využití BOV v budoucnu

Využití BOV ve výuce rostlinných barviv v budoucnu	Absolutní četnost	Relativní četnost (%)
ano	7	30,4
ne	2	8,7
možná	14	60,9
celkem	23	100

### 6.3 Zhodnocení výzkumných otázek a hypotéz

Cílem dotazníkového šetření bylo zodpovědět výzkumné otázky a ověřit hypotézy uvedené v úvodu této kapitoly. Pomocí dotazníku se podařilo odpovědět na všechny výzkumné otázky a potvrdit nebo vyvrátit formulované hypotézy uvedené v podkapitole 5.2.

Hypotéza H3 *Většina dotázaných vyučujících alespoň jednou slyšela o pojmu badatelsky orientovaná výuka*, byla potvrzena. Většina (67,7 %) dotazovaných potvrdila znalost pojmu badatelsky orientovaná výuka.

Hypotéza H4 *Většina vyučujících, kteří znají pojem badatelsky orientovaná výuka tuto formu výuky alespoň jednou využili*, byla potvrzena. Téměř 62 % respondentů využilo alespoň jednou BOV ve výuce přírodopisu.

Hypotéza H5 *Rozdíly ve znalosti BOV vzhledem k okresu, kde dotazovaní vyučují (tzn. Praha-východ a Praha-západ) nejsou výrazné*, byla potvrzena. Rozdíly mezi dotazovanými vzhledem k místu vykonávání učitelské praxe byly zanedbatelné.

Hypotéza H6 *Většina dotazovaných zařazuje téma rostlinných barviv do výuky*, byla potvrzena a téměř 84 % respondentů zařazuje téma rostlinných barviv do výuky.

Hypotéza H7 *Větší podíl dotazovaných zatím nevyužil BOV k výuce rostlinných barviv*, byla potvrzena a 88,5 % dotazovaných zatím BOV ve výuce rostlinných barviv zatím nevyužilo.

Během vyhodnocování dotazníku mě díky velkému počtu otázek napadlo několik dalších srovnání, které nebyly uvedeny ve výzkumných otázkách ani v hypotézách. Těmito srovnáním a podrobnějším zhodnocení dotazníkového šetření se věnuji v Diskusi.

## **7 Praktické úlohy pro výuku rostlinných barviv s využitím BOV**

Jedním z cílů této diplomové práce je uplatnění mezipředmětových vztahů v přírodopisu a chemii pomocí praktických aktivit, proto se tato kapitola věnuje návrhům na praktické aktivity zabývající se tématem rostlinných barviv s využitím badatelsky orientované výuky.

### **Metodika**

Propojení přírodopisu a chemie ve výuce botaniky je celkem problematické, ač se jedná o velmi propojená témata. Vzdělávací obor chemie se na základních školách začíná vyučovat až v 8. ročníku a botanika se v rámci přírodopisu vyučuje už v 7. ročníku.

Navrhované praktické úlohy jsou koncipovány pro žáky 7. ročníků základních škol z toho důvodu, že už znají učivo z oblasti obecné biologie týkající se buňky, a na konci sedmého ročníku by měli probírat botaniku. Mezipředmětový vztah s chemií potom žáky může motivovat pro studium chemie v dalším ročníku a chemie pro ně nebude něco, o čem slyší poprvé v životě a stane se pro ně uchopitelnější.

Praktické úlohy se týkají zejména rostlinných barviv, kde lze dobře uplatnit mezipředmětové vztahy vzdělávacích oborů přírodopis a chemie. Toto téma je pro žáky dobře uchopitelné, protože s rostlinnými barvivy se setkávají každý den.

Tato diplomová práce zahrnuje návrh dvou praktických úloh, které byly ověřeny v 7. a 8. ročníku ZŠ Velké Popovice. Před přípravou úloh jsem v ZŠ Velké Popovice zjišťovala, zda je zde možnost ověřit si úlohy v praxi, případně jaká časová dotace bude k dispozici pro ověření. Při konzultacích jsem se dozvěděla, že v 7. ročnících se aktuálně botanika neprobírá, ale probírá se zoologie. Botanika se potom vyučuje na konci sedmého a na začátku osmého ročníku. Přesto mi bylo umožněno provést ověření jedné úlohy v sedmém a jedné v osmém ročníku.

### **Příprava praktických úloh**

Předpokladem pro přípravu praktických úloh bylo to, že základní školy, zvláště v malých obcích nejsou často dostatečně vybaveny laboratorním nádobím či chemikáliemi. Z tohoto důvodu jsem úlohy sestavovala tak, aby byly co nejméně náročné na chemikálie nebo na materiál. Materiál potřebný k těmto úlohám by měl být dostupný v běžných obchodech. Přírodní materiál je volen tak, aby byl dostupný celoročně.

Při přípravě úloh jsem čerpala z těchto publikací a internetových zdrojů:

ABELS, S., ARENDS, E., BARBIERI, S. et al. *Kniha přírodovědných záhad: učební aktivity pro podporu badatelsky orientované výuky v přírodovědném vzdělávání*. Přeložil Marek ČTRNÁCT. TEMI, Praha, 2016. ISBN 978-80-87343-61-6.

Badatelé.cz, *Pátrání po chloroplastech*, Sdružení Tereza (2012–2017), [cit. 2017-03-28], dostupné z <http://badatele.cz/lesson/cz/patrani-po-chloroplastech>

HOANGO VÁ, K., *Acidobazické indikátory: Není červená jako červená*, Brno: 2011, [cit. 2017-03-28], dostupné z [http://www.goethe.de/ins/cz/pro/hk/CZ\\_Hoangova.pdf](http://www.goethe.de/ins/cz/pro/hk/CZ_Hoangova.pdf)

KUBICOVÁ, S., *Badatelsky orientovaná výuka biologie*, Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2015. ISBN 978-80-7464-725-3.

ŠULCOVÁ, R., *Domácí experimenty*, Studium chemie (portál PřF UK na podporu výuky chemie na ZŠ a SŠ), [cit. 2017-03-28], dostupné z: [http://www.studiumchemie.cz/materialy/Renata\\_Sulcova/Experimenty/Kap.2-Domaci%20experimenty.pdf](http://www.studiumchemie.cz/materialy/Renata_Sulcova/Experimenty/Kap.2-Domaci%20experimenty.pdf)

## 7.1 Chromatografie: kouzla s barvami

Úloha s názvem *Chromatografie: kouzla s barvami* zjednodušeně představuje žákům chemickou metodu rozdělování směsí, seznamuje je s rostlinnými barvivy a zároveň opakuje získané znalosti z obecné biologie buněk a fyziologie rostlin. Je koncipována pro 7. ročník základních škol.

### Metodika

Následující tabulka (Tab. 13) shrnuje postupný průběh celé úlohy *Chromatografie: kouzla s barvami*. V této úloze byly využity prvky badatelsky orientované výuky, konkrétně strukturované bádání.

**Tab. 13** Charakteristika příprava úlohy: *Chromatografie: kouzla s barvami*

<b>název</b>	Chromatografie: kouzla s barvami
<b>třída</b>	7. ročník ZŠ
<b>časová dotace</b>	90 minut
<b>zařazení do výuky</b>	fyziologie rostlin, fotosyntéza, rostlinná buňka, botanika
<b>cíle hodiny</b>	Žák porovná zastoupení zelené a ostatních barev v přírodě, vysvětlí pojem fotosyntéza a uvede látky a podmínky potřebné k průběhu fotosyntézy a vysvětlí úlohu produktů fotosyntézy,

	vysvětlí roli chlorofylu ve fotosyntéze, vysvětlí pojem směs a uvede příklady, podle teoretických informací navrhne postup pro oddělení směsi barviv, dovede manipulovat s kapátkem a vytvoří chromatogram, zhodnotí, zda se výsledek experimentu vydařil, překreslí popíše chromatogram.
<b>klíčové kompetence</b>	kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence pracovní
<b>prekoncepty</b>	Žáci aktuálně probírají v hodinách přírodopisu zoologii. S botanikou se setkali v přírodovědném semináři v 6. ročníku, kde také v hodinách přírodopisu probírali obecnou biologii.
<b>pomůcky</b>	kapátko, plastové kalíšky (10 ks), plastové tácky (5 ks), piják, hadr, rozlišovací kartičky, pracovní listy, teoretické informace o chromatografii, pracovní postup
<b>chemikálie, přírodniny</b>	ethanol (60%), kečup, šťáva z těchto přírodnin: mražené lesní ovoce (borůvky, maliny, ostružiny), červená řepa, červené zelí, zelené listy (špenát)

#### **rozpis výukových aktivit:**

- v úvodu hodiny nastínění programu hodiny
- rozdělení do pěti skupin po čtyřech žácích losem pomocí rozlišovacích kartiček s obrázky
- rozestavění lavic ve třídě (5x spojené dvě lavice)
- losování tématu (každý tým si vylosuje jeden vzorek šťávy z rostlin)
- poučení o bezpečnosti v improvizované laboratoři
- rozdání pracovních listů (viz příloha), rozdělení rolí (vysvětlení), vymyšlení názvu skupiny
- diskuse na téma: *Které barvy rostlin znáte?*
- brainstorming: každý žák řekne jednu barvu v přírodě a příklad rostliny, která tuto barvu má
- diskuse: *Která barva je v přírodě nejvíce zastoupena? Proč zelená? Které části rostliny jsou zelené? Z jakého důvodu jsou zelené?*
- navedení otázkami na fotosyntézu, sestavení zjednodušené rovnice fotosyntézy se žáky, výchozí látky a podmínky fotosyntézy, podmínky fotosyntézy a jejich význam, navedení otázkami zpět ke chlorofylu
- diskuse: *Existuje jen jedna zelená barva v přírodě?*
- návodné otázky na směs barviv
- diskuse: *Co je to směs? Žáci uvedou příklady směsí.*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskuse: <i>Jak můžeme jednotlivé složky směsi oddělit?</i></li> <li>• v průběhu diskusí společné formulace hypotéz</li> <li>• rozdání teoretických informací o chromatografii (<i>Příloha 2</i>)</li> <li>• žáci podle těchto informací (práce s textem) a po rozdání materiálu potřebného na navrhují postup, jak postupovat při oddělení jednotlivých barviv z jejich vzorku, následuje diskuse, navedení vyučujícím na správný postup</li> <li>• samostatná práce žáků podle pracovního postupu (<i>Příloha 3</i>)</li> <li>• ponoření vzorku do rozpouštědla pod dohledem vyučujícího</li> <li>• pozorování, zpracování pracovního listu</li> <li>• zhodnocení průběhu experimentu</li> <li>• opakování pomocí otázek do pléna</li> </ul>	
<b>výstup</b>	pracovní list ( <i>Příloha 4</i> )
<b>poznámky</b>	s ethanolem pracuje pouze vyučující role ve skupinách: zapisovač, mluvčí, vedoucí, vědec

### **Zhodnocení praktického ověření**

Úloha *Chromatografie: kouzla s barvami* byla ověřována ve třídě 7.A základní školy ZŠ Velké Popovice. Ověřování proběhlo v pátek 31.3.2017 pátou a šestou vyučovací hodinu (jednalo se o poslední dvě vyučovací hodiny v tomto dni). Ve třídě bylo přítomno 20 žáků, kteří byli rozděleni losem do pěti skupin po čtyřech žácích.

Hlavním cílem této úlohy bylo, aby se žáci setkali s chemickými metodami ještě před tím, než začnou výuku chemie v 8. ročníku. Chemie je totiž už teď pro některé žáky postrach a tímto způsobem jim lze tento předmět přiblížit, aby pro ně nebyl tak abstraktní nebo aby se ho nebáli.

Příprava na hodinu odpovídá skutečnému průběhu hodiny a dobře vyšla i časově. Chromatografie ovšem nevyšla tak, jak bych si představovala a rozdělení barviv nebylo příliš názorné. I přesto však žáci základním principům chromatografie porozuměli, v hodině byli aktivní a sami pokládali doplňující informace. Příjemným překvapením bylo, že žáci neslyšeli pojmy jako fotosyntéza, chlorofyl a rostlinná barviva poprvé, i když aktuálně botaniku neprobírají.



Výstupem této úlohy byl pracovní list (ukázka viz *Příloha 4*). Žáci jednotlivým úlohám v pracovním listu porozuměli, měli ale trochu problém s potvrzením hypotéz, které na začátku nebyly vhodně formulovány. Ze zpětné vazby, která byla také součástí dotazníku, vyplývá, že tento způsob učení se žákům líbí, baví je to, a chtěli by se takto učit častěji.

Úloha může být využita jak v hodinách přírodopisu při probírání učiva o rostlinné buňce nebo o fotosyntéze, tak v hodinách chemie při výuce o směsích a jejich oddělování.

Dalšímu zhodnocení ověření této úlohy se podrobněji věnuji v Diskusi.



*Obr. 3 Ukázka práce žáků (vlastní fotografie)*

## **7.2    Není červená jako červená**

Tato úloha má za úkol seznámit žáky s různými typy rostlinných barviv a jejich rozdílnými vlastnostmi, zejména potom jejich chování v kyselých a bazických prostředích. Úloha byla ověřena na ZŠ Velké Popovice u žáků v 8. ročníku. Osmý ročník byl zvolen z toho důvodu, že žáci mají aktuálně za sebou skoro jeden rok chemie, a navíc botaniku probírali na začátku tohoto školního roku.

## Metodika

Úloha *Není červená jako červená* propojuje předměty přírodopis a chemii a obsahuje prvky nasměrovaného a strukturovaného bádání. Tabulka (Tab. 14) charakterizuje přípravu na hodinu této úlohy.

**Tab. 14** Charakteristika a příprava úlohy: *Není červená jako červená*

<b>název</b>	Není červená jako červená
<b>třída</b>	8. ročník ZŠ
<b>časová dotace</b>	90 minut
<b>zařazení do výuky</b>	rostlinná barviva, pH, acidobazické děje, vliv půdy na barevnost rostlin, rostlinná buňka, botanika
<b>cíle hodiny</b>	Žák porovná karotenoidy a antokyany, vysvětlí rozdíl mezi těmito barvivy vzhledem k pH půdy, uvede příklady rostlin, které obsahují tyto barviva, pomocí indikátorového papírku odečte hodnotu pH různých látek, odhadne typ barviva obsaženého v neznámém vzorku a svou domněnku experimentálně ověří.
<b>klíčové kompetence</b>	kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence pracovní
<b>prekoncepty</b>	Žáci mají za sebou skoro jeden školní rok výuky chemie, kde aktuálně probírají dvouprvkové sloučeniny, botaniku v přírodopisu probírali na začátku školního roku. Žáci se v rámci vyučování zatím nesetkali s pH ani kyselinami a zásadami.
<b>pomůcky</b>	kapátko, plastové kalíšky/zkumavky, špejle, ubrousky, rozlišovací kartičky, pracovní listy, teoretické informace barvivech, indikátorové papírky s barevnou stupnicí
<b>chemikálie, přírodniny</b>	ocet, jedlá soda, voda, kečup, ovocný čaj, sušená paprika mletá, rybízová marmeláda  šťáva ze těchto rostlin: červené zelí, mražená lesní směs (borůvky, maliny, ostružiny), mrkev, červená paprika
<b>rozpis výukových aktivit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• v úvodu hodiny představení a rozdělení do skupin losem</li><li>• rozdání pracovních listů, rozdělení rolí ve skupině</li><li>• brainstorming v lavicích: každý žák uvede barvu a příklad rostliny, která danou barvu má</li></ul>	

- diskuse o rostlinných barvivech, nasměrování k fotosyntéze
- ukázka obrázku hortenzie (*Příloha 5*)
- nápady, proč vypadá hortenzie takto a jejich zaznamenávání do pracovních listů
- diskuse: *Co může ovlivnit barvu rostlin?*
- zjištění, že to může být půda a její vlastnosti, zmínka o pH, diskuse o pH
- příklady kyselých a zásaditých látek
- přesměrování zpět na hortenzii a změny barvy vzhledem k barevné stupnici pH
- příklady rostlin, které barvu v závislosti na složení půdy nemění (rajče, červená paprika)

#### **experiment:**

- každá skupina si vylosuje 2 vzorky: jeden vzorek přírodnin s karotenoidy (kečup, paprika, mrkev, mletá paprika) a jeden s antokyany (ovocný čaj, červené zelí, lesní směs, rybízová marmeláda)
- informace o typech barviv zatím není prozrazena
- rozdání chemikálií (ocet, voda, jedlá soda), příprava roztoků do tří kalíšků pro každý vzorek
- změření pH pomocí indikátorových papírků a následné odvození kyselosti octa a zásaditosti sody
- nakapání vzorku do kalíšků s octem, vodou a roztokem jedlé sody pomocí kapátka, sledování změn a porovnání (*Obr. 4*)
- žáci vysvětlí pozorovaný jev: vzorky obsahující antokyany mění svou barvu podle změny pH, vzorky obsahující karotenoidy svou barvu nemění
- rozdání teoretických informací o barvivech a následně odvození, který typ barviv dané vzorky obsahují (*Příloha 6*)
- zapisovači průběžně zapisují průběh pokusu

#### **určování neznámého vzorku**

- dalším úkolem je určení typu barviv v neznámém vzorku
- každá skupina si vylosuje jeden vzorek a zaznamená jeho číslo
- žáci pohledem odhadnou, o jaký typ barviv ve vzorku se jedná a svůj odhad zdůvodní
- svou domněnku ověří experimentem (*Obr. 5*)

<b>výstup</b>	pracovní list (ukázka viz <i>Příloha 7</i> )
<b>poznámky</b>	role ve skupinách: zapisovač, mluvčí, vedoucí, vědec

### **Zhodnocení praktického ověřování**

Úloha *Není červená jako červená* byla ověřována na ZŠ Velké Popovice s žáky 8.B. Ověření se konalo úterý 4. 4. 2017 třetí a čtvrtou vyučovací hodinu. Ve třídě bylo přítomno 14 žáků z původních 20. Původně byla úloha připravena pro 5 skupin, ale nakonec, díky vysokému počtu nepřítomných žáků, byla úloha realizována ve čtyřech skupinách (dvě po čtyřech a dvě po třech žácích).

Hlavním cílem hodiny bylo to, aby žáci poznali, že existují různé druhy rostlinných barviv a mají rozdílné vlastnosti, tyto vlastnosti si poté osvojili během experimentů. Tyto cíle byly naplněny a výstupem z této hodiny byl pracovní list (*Příloha 7*). Jednotlivé úlohy v pracovním listu byly pro žáky srozumitelné a žáci neměli problém s jeho vypracováním. Podrobnějšímu zhodnocení praktického ověřování této úlohy se věnuji v Diskusi.



***Obr. 4 Porovnání reakce vzorků (vlastní fotografie)***



***Obr. 5 Analýza neznámého vzorku (vlastní fotografie)***

## 8 Diskuse

Součástí této diplomové práce je několik výzkumných a praktických částí. Jedná se o hodnocení publikací zaměřené na výuku rostlinných barviv ve výuce přírodopisu, dále o výzkum pomocí dotazníkového šetření týkající se badatelsky orientovaného vyučování ve výuce přírodopisu a také zařazení rostlinných barviv do výuky. Poslední praktickou částí je potom tvorba praktických aktivit, které spojují téma rostlinných barviv a badatelsky orientovanou výuku a které jsou následně ověřovány v praxi.

K hodnocení publikací jsem použila běžně dostupné publikace, které se využívají pro výuku přírodopisu. Zaměřila jsem se na učebnice a publikace, které se věnují problematice botaniky či obecné biologie, tedy na publikace pro 6. a 7. ročníky základních škol, ve kterých se s největší pravděpodobností vyskytne učivo o rostlinných barvivech. Zkoumanými publikacemi byly učebnice přírodopisu, pracovní sešity, metodické příručky pro učitele a také publikace věnující se námětům a projektům ve výuce. Hypotézy (H1 a H2) formulované v podkapitole 5.2 (Metodika hodnocení publikací) se z výsledků hodnocená publikací potvrdily. Hodnocené učebnice a další publikace se rostlinnými barvivami kromě chlorofylu příliš nezabývají. Když už se objeví zmínka o jiných rostlinných barvivech, jedná se vždy o úlohy nebo informace ve spojení s chlorofylem. Důvodem nepřítomnosti zmínek o dalších barvivech může být to, že se již jedná o okrajové téma, a navíc, téma rostlinných barviv a pigmentů není zahrnuto v učivu RVP ZV. Aktivita spojené s rostlinnými barvivami jsou v publikacích pojaty spíše jako učivo navíc, nebo zpestření výuky prostřednictvím praktických aktivit. Laboratorní cvičení na toto téma mohou ale zodpovědět zvědavé otázky žáků, např. *Proč je příroda zelená?* nebo *Proč se na podzim mění barvy listů?* Navíc se zde nabízí propojení problematiky rostlinných barviv s jinými předměty, např. chemií nebo výtvarnou výchovou.

Další částí této diplomové práce je výzkum realizovaný pomocí dotazníkového šetření. Výzkum měl dvě části a se týkal především znalosti a využití badatelsky orientované výuky u vyučujících přírodopisu na základních školách. V druhé části se dotazník zabýval zjišťováním, zda vyučující na základních školách zařazují do výuky rostlinná barviva, popřípadě, zda k jejich výuce využívají BOV. Dotazník byl vytvářen podle šablony Formuláře Google, kde lze velmi snadno sestavit dotazník s různými typy odpovědí a je zde možnost „přeskakování“ otázek. Vyhodnocování dotazníku už tak snadné nebylo, a právě

tyto otázky se hůře vyhodnocovaly. Výhodnější je vytvořit jasný a srozumitelný dotazník, který potom lze lépe vyhodnocovat.

Dotazník byl rozeslán do 63 základních škol v okresech Praha-východ a Praha-západ a odpovědělo na něj 31 respondentů. Protože byl dotazník rozeslán emailem a většinou na informační email příslušné školy, není možné zjistit množství oslovených vyučujících, tudíž nelze zjistit návratnost. Před samotným výzkumem bylo formulováno několik výzkumných otázek a 5 hypotéz (viz podkapitola 6.1 Metodika dotazníkového šetření).

První část dotazníku obsahovala obecné otázky týkající se věku, studia, velikosti obce apod. Ukázalo se, že těchto obecných otázek bylo příliš mnoho a neposkytovaly informace vhodné k zařazení do výzkumu. Z výzkumu je ale patrné, že většina vyučujících v základním školství jsou ženského pohlaví, což odpovídá statistickým údajům MŠMT (MŠMT, online). Věk respondentů se od údajů MŠMT lišil, většinu respondentů tvořily vyučující mezi 20-30 lety. Je to způsobeno nejspíše tím, že dotazník byl rozeslán e-mailem, tudíž se předpokládala jistá počítačová gramotnost a také si myslím, že mladí učitelé projevují větší solidaritu se studenty a vědí, jak je těžké získat respondenty.

Další část dotazníku se týkala ověřování hypotéz. První hypotéza předpokládala, že většina vyučujících alespoň jednou slyšela o pojmu badatelsky orientovaná výuka. Tato hypotéza se potvrdila a badatelsky orientovanou výuku zná 67,7 % respondentů. Při vyhodnocování dotazníku mě napadlo srovnání znalosti BOV vzhledem k vystudované instituci. V tomto případě se ukázalo, že výrazné rozdíly mezi způsoby získání pedagogické kvalifikace a znalostí BOV nejsou. Jedna z otázek dotazníkového šetření se zabývala tím, jakým způsobem se dotazovaní poprvé o BOV dozvěděli. Z dotazníku vyplývá, že cca 52 % respondentů informace získali během svého studia na VŠ. Tento údaj nejspíše souvisí s průměrným věkem respondentů, tedy 20-30 let.

Další hypotéza se zabývala využitím BOV ve výuce přírodopisu. Na tuto otázku, zda vyučující někdy záměrně využili BOV ve výuce přírodopisu, odpovídali pouze ti respondenti, kteří se s pojmem BOV již setkali. Většina (61,9%) respondentů odpověděla kladně. Hypotéza se tedy potvrdila.

Dotazník byl rozeslán do základních škol v okresech Praha-východ a Praha-západ. Výzkum měl za cíl porovnat znalost BOV právě v těchto dvou okresech. Z výsledků vyplývá, že rozdíl ve znalosti BOV je v těchto dvou okresech zanedbatelný. Zajímavější by bylo spíše

porovnávat situaci mezi dvěma vzdálenými kraji než dvěma okresy, které spolu navíc sousedí. Hypotéza o malých rozdílech ve znalosti BOV mezi těmito okresy se tedy potvrdila.

Během vyhodnocování dotazníku mě napadlo srovnat výuku pomocí BOV vzhledem k počtu žáků ve třídě. Obecně platí, že méně žáků ve třídě znamená lepší možnost skupinové práce a individuální přístup. Výzkum ukázal, že rozdíly mezi množstvím žáků ve třídě a vyzkoušením BOV nejsou příliš patrné.

Poslední dvě hypotézy se věnují zařazení rostlinných barviv do výuky přírodopisu na základních školách, případně jejich výuce pomocí BOV. Z výzkumu vyplývá, že většina dotazovaných (cca 83 %) rostlinná barviva ve výuce zmiňuje. Z výzkumu ale nevyplyvá, zda se respondent zmiňuje i o jiných barvivech, než je chlorofyl. Respondenti, kteří do výuky nezařazují téma rostlinných barviv to zdůvodňují většinou tím, že se jedná už o příliš podrobné téma. Badatelsky orientovanou výuku při probírání učiva o rostlinných barvivech většina respondentů (cca 88%) zatím nevyužila, možná je ale vyplňování dotazníku přimělo o tomto propojení alespoň přemýšlet. Všechny hypotézy dotazníkového šetření byly potvrzeny.

Poslední část této diplomové práce se věnuje návrhům na praktické úlohy pro výuku rostlinných barviv s využitím BOV. Náměty na úlohy jsem čerpala z publikací a internetových zdrojů, které se věnují badatelsky orientované výuce ve spojení s výukou botaniky nebo rostlinných barviv, např. Hoangová, 2011 nebo Badatelé.cz (online). Námetů na úlohy s rostlinnými barvivy je k dispozici hodně (např. Šulcová, PřF UK, online), avšak většinou se jedná o laboratorní cvičení s jasným postupem. Proto jsem se dostupnými úlohami inspirovala a modifikovala je tak, aby obsahovaly prvky BOV. Navrženy a ověřeny byly dvě úlohy. Při sestavování úloh mi šlo hlavně o propojení mezipředmětových vztahů přírodopisu a chemie. Hlavním cílem bylo to, aby se žáci setkali s chemickými postupy a s chemickými metodami ještě před tím, než začnou s výukou chemie v 8. ročníku základní školy. Už žáci sedmých tříd si totiž myslí, že chemie bude velmi obtížný předmět, aniž by absolvovali jednu hodinu.

Během přípravy a ověřování úloh jsem přišla na to, že propojení výuky rostlinných barviv a výuky chemie se nemusí týkat pouze hodin přírodopisu, ale je vhodné zařadit je i do hodin chemie, například při probírání tematiky pH. Úlohy potom poslouží k zopakování botaniky, fyziologie rostlin, biologie buněk atd.



Cílem navrhovaných úloh bylo přiblížit chemii i jako něco, co může být prospěšné a ne, že chemie se zabývá pouze výbuchy a jedovatými látkami. První z úloh (Chromatografie: kouzla s barvami) jsem ověřovala s žáky 7.A, kteří aktuálně botaniku neprobírají, ale bylo znát, že si pamatují znalosti z obecné biologie ze 6. ročníku. Žáci byli aktivní, hlásili se a diskutovali. Při přípravě této úlohy jsem využila prvky strukturovaného bádání a myslím, že tato metody byla zvolena vhodně, jelikož se jednalo o seznámení s konkrétními existujícími chemickými metodami, a ne o samostatný výzkum žáků. Během této úlohy jsem společně s žáky formulovala hypotézy. Ukázalo se, že některé hypotézy byly formulovány nesprávně, např. *Chlorofyl je směs několika barviv*, je chybně. Správně by mělo být, že *Zelená barva v přírodě je směs několika barviv*. Navíc by stačily nejspíše dvě hypotézy a myslím, že by klidně mohly být připravené dopředu a žáky na jejich formulaci navést. Někteří žáci totiž získali dojem, že všechna barviva rostlin jsou chlorofyl a potom se dělí na další, jinak barevná barviva. Porozumění textu a samotný experiment poté probíhaly dobře. Chromatografie sice nedopadla podle mých představ, barviva se neoddělila tak, jak by měla, což bylo nejspíše způsobeno volbou nevhodného materiálu (piják). Zde by se vyplatilo zakoupit speciální papíry pro papírovou chromatografii. Myslím si ale, že žáci princip této metody i tak pochopili, navíc jsem jim na tabuli nakreslila, jak by měl chromatogram ve skutečnosti vypadat. Výstupem z této hodiny byl pracovní list, kam měli žáci uvést i to, co nového se naučili, co je překvapilo a jestli je takový způsob vyučování bavil. Někteří z žáků uvedli, že se nic nového nedozvěděli, protože už všechno znali, ale většina odpovídala kladně. Někteří dokonce napsali, že se těší na chemii. Se třídou, kde probíhalo pověřování úlohy se trochu znám díky suplování, a tak jsem pro ně nebyla cizím člověkem a žáci trochu tušili, co ode mě čekat. Myslím si ale, že pro přípravu a realizaci podobných úloh je třeba dobře znát žáky ve třídě, vědět, jak se chovají v různých situacích a tím předejít možným problémům při realizaci úloh.

Druhá navrhovaná úloha byla ověřována na žácích třídy 8.B ZŠ Velké Popovice. Žáci této třídy probírali botaniku až na začátku tohoto školního roku a zároveň začali výuku chemie. Rozhodla jsem se proto ověřit na nich trochu složitější úlohu s prvky BOV a do úlohy jsem zařadila rostlinná barviva a jejich změny vzhledem k pH prostředí. Tuto tematiku jsem poté rozšířila o barviva, která nevykazují viditelné změny při acidobazické změně prostředí. Žáci měli následně analyzovat neznámý vzorek pomocí znalostí nabytých během experimentu. Třída, ve které jsme tuto úlohu ověřovala, patří mezi problémovější, ale díky tomu, že mnoho žáků chybělo, se hodina dala zvládnout. Vzhledem k tomu, že jsem původně plánovala

připravovat úlohy pro 7. ročníky základních škol, myslela jsem, že ověřování úloh v osmých třídách bude problém. Nakonec se ale ukázalo, že navrhované úlohy mohou vyzkoušet nejen žáci 7. tříd, ale jsou vhodné i pro osmé a po konzultaci s vyučující chemie i dokonce pro deváté ročníky, kdy si zopakují kyseliny a zásady a připomenou si fyziologii rostlin a biologii rostlinné buňky.

## 9 Závěr

Předkládaná diplomová práce zahrnuje teoretickou, výzkumnou a praktickou část. Teoretická část nejprve shrnuje poznatky o současném stavu přírodovědného vzdělávání a uvádí výsledky mezinárodních šetření PISA a TIMSS z roku 2015. V další části se potom práce věnuje teorii o badatelsky orientované výuce a podmínkám jejího využití, a nakonec shrnuje základní teoretické poznatky o rostlinných barvivech.

Praktická část této diplomové práce se skládá z několika částí. První z nich je zjišťování zastoupení tematiky rostlinných barviv v kurikulárních dokumentech realizovaný pomocí hodnocení publikací týkajících se výuky přírodopisu na druhém stupni základních škol.

Další součástí praktické části je výzkum realizovaný prostřednictvím dotazníkového šetření, který má za cíl zjistit, zda vyučující přírodopisu na základních školách znají badatelsky orientovanou výuku a zda tento způsob výuky využívají. Součástí dotazníku je i pohled vyučujících na výuku rostlinných barviv. Jedním z cílů výzkumu je porovnat stav znalosti a využití badatelsky orientované výuky v okresech Praha-východ a Praha-západ, vzorek dotazovaných zahrnuje vyučující přírodopisu na základních školách právě z těchto dvou okresů.

Poslední část této diplomové práce potom shrnuje poznatky získané literární rešerší, hodnocením publikací a dotazníkovým šetřením a navrhuje úlohy týkající se rostlinných barviv. Tyto úlohy mají za cíl zejména propojit dva již zmíněné přírodovědné předměty, a to chemii a přírodopis. Úlohy jsou koncipovány pro druhý stupeň základních škol a mohou být využity jak ve výuce přírodopisu, kdy si žáci osvojí některé poznatky z chemie, tak ve výuce chemie, kdy si zopakují již probrané učivo týkající se botaniky.

Poznatky získané z literární rešerše a z výsledků obou výzkumů byly nakonec využity k přípravě dvou praktických aktivit, které zahrnovaly tematiku rostlinných barviv a k jejich výuce bylo využito badatelsky orientované vyučování. Obě úlohy byly ověřeny na ZŠ Velké Popovice ve spolupráci s žáky 7.A a 8.B.

Všechny cíle této diplomové práce byly naplněny, navíc jsem díky zpracovávání této práce, hlavně díky ověřování úloh, získala mnoho poznatků a zkušeností, které využiji ve své budoucí praxi.

## Seznam obrázků, grafů a tabulek

<b>Obr. 1</b> Struktura chlorofylu a (převzato z Lee, 2007).....	36
<b>Obr. 2</b> Struktura $\beta$ -karotenu (převzato z Lee, 2007).....	39
<b>Obr. 3</b> Ukázka práce žáků: Chromatografie: kouzla s barvami.....	65
<b>Obr. 4</b> Ukázka práce žáků .....	69
<b>Obr. 5</b> Ukázka práce žáků: určování neznámého vzorku .....	69
<b>Graf 1</b> Způsob získání pedagogického vzdělání .....	52
<b>Graf 2</b> Znalost BOV v okrese Praha-východ .....	54
<b>Graf 3</b> Znalost BOV v okrese Praha-západ .....	54
<b>Graf 4</b> Tematické okruhy s BOV .....	58
<b>Tab. 1</b> Hodnocení publikací.....	48
<b>Tab. 2</b> Zastoupení mužů a žen .....	50
<b>Tab. 3</b> Věk respondentů .....	51
<b>Tab. 4</b> Způsob získání pedagogického vzdělání.....	51
<b>Tab. 5</b> Znalost BOV .....	52
<b>Tab. 5.1</b> Znalost BOV a pedagogické fakulty .....	53
<b>Tab. 5.2</b> Znalost BOV a nepedagogické fakulty .....	53
<b>Tab. 5.3</b> Znalost BOV a pedagogická nástavba .....	53
<b>Tab. 6</b> Zastoupení respondentů v jednotlivých okresech .....	54
<b>Tab. 7</b> Zdroj informací o BOV.....	55
<b>Tab. 8</b> Využití BOV ve výuce .....	55
<b>Tab. 9</b> Efektivita BOV.....	56
<b>Tab. 10</b> Průměrný počet žáků ve třídě .....	56
<b>Tab. 10.1</b> Využití BOV (méně než 21 žáků ve třídě) .....	57
<b>Tab. 10.2</b> Využití BOV (21-25 žáků ve třídě).....	57
<b>Tab. 10.3</b> Využití BOV (26+ žáků ve třídě) .....	57
<b>Tab. 11</b> Zařazení rostlinných barviv do výuky .....	59
<b>Tab. 11.1</b> Důvod nezařazení rostlinných barviv do výuky.....	59
<b>Tab. 12</b> BOV a rostlinná barviva.....	59
<b>Tab. 12.1</b> Využití BOV v budoucnu.....	59
<b>Tab. 13</b> Charakteristika a příprava úlohy: Chromatografie: kouzla s barvami .....	62
<b>Tab. 14</b> Charakteristika a příprava úlohy: Není červená jako červená .....	66

## Seznam použitých informačních zdrojů

### Literatura

ABELS, S., ARENDS, E., BARBIERI, S. et al. *Kniha přírodovědných záhad: učební aktivity pro podporu badatelsky orientované výuky v přírodovědném vzdělávání*. Přeložil Marek ČTRNÁCT. TEMI, Praha, 2016. ISBN 978-80-87343-61-6.

BENEŠOVÁ, P., *Role emocí při kreativním psaní v cizojazyčné výuce*. Disertační práce. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2008

DOSTÁL, J., *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4393-5.

DOSTÁL, J., *Badatelsky orientovaná výuka: kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4515-1.

FERNANDES, E., *Učení a jeho problémy: mozek, emoce, mysl a činnost*, 2004

KUBICOVÁ, Svatava. *Badatelsky orientovaná výuka biologie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2015. ISBN 978-80-7464-725-3.

LEE, David Webster. *Nature's palette: the science of plant color*. Chicago: University of Chicago Press, 2007. ISBN 978-0-226-47052-8.

LERNER, I.J. *Didaktické zásady metod výuky*. Praha: SPN, 1986.

LINHART, J., *Základy psychologie učení*, Praha: SPN, 1982

OPLETAL, L. *Přírodní látky a jejich biologická aktivita, sv. 3 - Nutraceutika-Sekundární metabolity rostlin*, Praha: Karolinum, 2016

PAVLOVÁ, L., *Fyziologie rostlin*, Praha: Karolinum, 2005

ROSECKÁ, Z., *Malá didaktika činnostního učení*. Brno: Tvořivá škola, 2003. ISBN 80-903397-0-0.

ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4100-0.

### **Seznam hodnocených publikací:**

ČERNÍK, V., *Přírodopis 7: zoologie a botanika pro základní školy*. Praha: SPN, 2008. ISBN 978-80-7235-387-3.

DOBRORUKA, L.J., *Přírodopis II pro 7. ročník ZŠ*, Scientia, 2. vyd., 2013. ISBN 978-80-7183-302-4.

DOBRORUKOVÁ, J., *Přírodopis: inspirace a projekty: 100 námětů pro tvořivou výuku*. Praha: Scientia, 2008. ISBN 978-80-86960-37-1.

HEDBÁVNÁ, H., *Přírodopis: učebnice*. 2. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2015. Duhová řada. ISBN 9788072896479.

HEDBÁVNÁ, H., *Přírodopis: pracovní sešit*. 2. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2015. Duhová řada. ISBN 9788072896448.

HERINK, J., *Základy přírodopisných znalostí*, Natura: 2007, ISBN 978-80-86034-69-0.

JURČÁK, J., *Přírodopis 6*, Prodos, 1997 ISBN 978-80-7230-136-5.

JURČÁK, J., *Přírodopis 6: Pracovní sešit*, Prodos, 1997, ISBN 978-80-85806-58-8.

JURČÁK, J., *Přírodopis 7: Pracovní sešit*, Prodos: 1996, ISBN: 978-80-7230-017-4.

JURČÁK, J. a kol., *Přírodopis 7*, Prodos: 1999 ISBN 978-80-7230-015-6.

KAREŠOVÁ, P. et al., *Hravý přírodopis 6: pracovní sešit pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia: v souladu s RVP ZV*, 2015, Praha: Taktik International, spol. ISBN 978-80-87881-39-2.

KVASNIČKOVÁ, D., *Ekologický přírodopis 6: pro 6. ročník základní školy*. 4., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2009. ISBN 978-80-7373-056-7.

KVASNIČKOVÁ, D., *Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy*. Čtvrté, upravené vydání. Praha: Fortuna, 2016. ISBN 978-80-7373-103-8.

MAČÁKOVÁ, M. et al., *Hravý přírodopis 7: pracovní sešit pro 7. ročník ZŠ a víceletá gymnázia: v souladu s RVP ZV*. Praha: Taktik International, spol., 2015. ISBN 978-80-8788-140-8.

MALENINSKÝ, M., Přírodopis pro 7. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: obratlovci, vyšší rostliny. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2006. Natura. ISBN 80-86034-66-6.

MIHULENKOVÁ, H., ŠEVČÍK, D., DANČÁK, M., *Přírodopis 6*, Olomouc: Prodos, 2015. ISBN 978-80-7230-294-9.

MIHULENKOVÁ, H., ŠEVČÍK, D., DANČÁK, M., *Přírodopis 6: Pracovní sešit*, Olomouc: Prodos, 2015. ISBN: 978-80-7230-295-6.

PELIKÁNOVÁ, I., Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia (nová generace). Plzeň: Fraus, 2014. ISBN 978-80-7489-009-3.

PELIKÁNOVÁ, I. a kol., *Přírodopis 7: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2015. ISBN 978-80-7489-038-3.

PELIKÁNOVÁ, I. a kol., *Přírodopis 7: Pracovní sešit*. Plzeň: Fraus, 2015. ISBN 978-80-7489-038-3.

### Časopisy

BANCHI, H., BELL, R. The Many Levels of Inquiry. *Science and children*. 2008 (46), 26-29

FIEHN, O. (2002) Metabolomics – the link between genotypes and phenotypes. *Plant Mol. Biol.* 48, 155–171.

JANÍK, T., STUHLÍKOVÁ, I. Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí. *Scientia in educatione*. 2010, 1(1), 5-32. ISSN 1804-7106.

KOES, R. E., F. QUATTROCCHIO a J. N. M. MOL. The flavonoid biosynthetic pathway in plants: Function and evolution. *BioEssays*. 1994, 16(2), 123-132. ISSN 0265-9247. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bies.950160209/full>

PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*. 2010, 1(1), 33-49. ISSN 1804-7106. ŠKODA, J.; DOULÍK, P. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 2009, roč. 19, č. 3, s. 24–44. ISSN 1211-4669.

TANAKA, Y., SASAKI, N. a OHMIYA, A., Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *The Plant Journal*. 2008, (54), 733-749.

## Internetové zdroje

Badatele.cz, *Pátrání po chloroplastech*, Sdružení Tereza (2012–2017), [cit. 2017-03-28], dostupné z <http://badatele.cz/lesson/cz/patrani-po-chloroplastech>

BLAŽEK, R. a S. PŘÍHODOVÁ. Mezinárodní šetření PISA 2015: Národní zpráva, Přírodovědná gramotnost [online]. Česká školní inspekce, 2016 [cit. 2017-03-16]. ISBN 978-80-88087-08-3. Dostupné z: <http://www.csicr.cz/html/PISA2015/flipviewerxpress.html>

BLAŽEK, R. *Mezinárodní šetření PISA 2015 v České republice*. In: [www.csicr.cz](http://www.csicr.cz) [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/PISA/Informace-o-setreni/Mezinarodni-setreni-PISA-2015-v-Ceske-republice>

ČERNOCKÝ, B et al. *Přírodovědná gramotnost ve výuce: příručka pro učitele se souborem úloh* [online]. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků (NÚV), divize VÚP, 2011 [cit. 2017-03-16]. ISBN 978-80-86856-84-1., dostupné z: [http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna\\_gramotnost.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna_gramotnost.pdf)

ČÍŽKOVÁ, V. *Experimentální metoda v oborových didaktikách – možnosti a omezení*. Příspěvek na konferenci Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu pořádané Katedrou pedagogiky FPE ZČU v Plzni a Českou asociací pedagogického výzkumu pod záštitou rektora ZČU v Plzni doc. Ing. J. Průši, CSc., ve dnech 5.–7. září 2006 na ZČU, 2006 [cit. 2010–10–05] Dostupné z: <http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/127/default.htm>.

HOANGOVÁ, K., *Acidobazické indikátory: Není červená jako červená*, Brno: 2011, [cit. 2017-03-28], dostupné z [http://www.goethe.de/ins/cz/pro/hk/CZ\\_Hoangova.pdf](http://www.goethe.de/ins/cz/pro/hk/CZ_Hoangova.pdf)  
Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Fyziologie rostlin: *Extrakce a spektrofotometrické stanovení fotosyntetických pigmentů*, aktualizováno 27.2.2017, [cit. 2017-03-20], dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/~fyzrost/chlorofyly.htm>

Mendelova univerzita [online]. *Extrakce, chromatografické dělení (C18, TLC) a stanovení listových barviv*, [cit. 2017-03-20], dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_211\\_multitext/vyuka/fyr1/rtf/7.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/vyuka/fyr1/rtf/7.pdf)

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy [online], *Genderová problematika zaměstnanců ve školství*, © 2013–2017 MŠMT, [cit. 2017-04-04], dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/statistika-skolstvi/genderova-problematika-zamestnancu-ve-skolstvi>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, [online]. Praha: MŠMT, 2016. [cit. 2017-03-20], dostupné z <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>.



Seznam škol, Základní školy Praha-východ [cit. 2017-03-20], dostupné z <http://www.seznamskol.cz/zakladni-skoly/stredocesky-kraj/praha-vychod/>

Seznam škol, Základní školy Praha-západ [cit. 2017-03-20], dostupné z <http://www.seznamskol.cz/zakladni-skoly/stredocesky-kraj/praha-zapad/>

ŠÁCHA, P., *Pigmenty*, [cit. 2017-02-26],  
dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/pigmenty.htm>

ŠULCOVÁ, R., Domácí experimenty, Studium chemie (portál PřF UK na podporu výuky chemie na ZŠ a SŠ), [cit. 2017-03-28], dostupné z: [http://www.studiumchemie.cz/materialy/Renata\\_Sulcova/Experimenty/Kap.2-Domaci%20experimenty.pdf](http://www.studiumchemie.cz/materialy/Renata_Sulcova/Experimenty/Kap.2-Domaci%20experimenty.pdf)

TOMÁŠEK, V., J. BASL a JONÁŠKOVÁ, S., *Mezinárodní šetření TIMSS 2015: Národní zpráva* [online]. Česká školní inspekce, 2016 [cit. 2017-03-16]. ISBN 978-80-88087-07-6.  
dostupné z: <http://www.csicr.cz/html/timss/flipviewerxpress.html>

TOMÁŠEK, V., *Česká republika je zapojena do realizace TIMSS 2015* [online] In Česká školní inspekce [online], publikováno 4. 9. 2015, [cit. 2017-03-16]., dostupné z: <http://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/TIMSS/Informace-o-setreni/Ceska-republika-je-zapojena-do-realizace-TIMSS-201>

White Wolf Consulting. *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory*. [online] 2009 [cit. 2010-05-06] dostupné z: [http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody\\_nezajmu\\_zaku\\_o\\_PTO.pdf](http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf)

## Přílohy

Příloha 1: Formulář dotazníku .....	I-V
Příloha 2: Teoretický text k úloze <i>Chromatografie: kouzla s barvami</i> .....	VI
Příloha 3: Pracovní postup k úloze: <i>Chromatografie: kouzla s barvami</i> .....	VI
Příloha 4: Ukázka vypracovaného pracovního listu k úloze <i>Chromatografie: kouzla s barvami</i> .....	VII-VIII
Příloha 5: Obrázek hortenzie k úloze <i>Není červená jako červená</i> .....	IX
Příloha 6: Teoretický text k úloze <i>Není červená jako červená</i> .....	IX
Příloha 7: Ukázka vypracovaného pracovního listu k úloze <i>Není červená jako červená</i> .....	X

## Příloha 1 Formulář dotazníku

Dotazník byl zpracován podle šablony Formuláře Google.

# Badatelsky orientované vyučování ve výuce přírodopisu na ZŠ

**\*Povinné pole**

### 1. Pohlaví \*

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ muž  
☐ žena

### 2. Věk \*

\_\_\_\_\_

### 3. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání umožňující Vaši pedagogickou praxi? \*

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ mám ukončené Mgr. studium  
☐ studuji Bc. studium prezenčně  
☐ studuji Bc. studium kombinovaně  
☐ studuji navazující Mgr. studium prezenčně  
☐ studuji navazující Mgr. studium kombinovaně  
☐ studuji Mgr. studium prezenčně  
☐ studuji Mgr. studium kombinovaně  
☐ Jiné: \_\_\_\_\_

### 4. Uveďte, prosím, fakultu a instituci, kde jste studoval/a nebo studujete. \*

\_\_\_\_\_

### 5. Jaký obor, nebo jakou kombinaci oborů jste studoval/a nebo studujete? \*

\_\_\_\_\_

### 6. Škola, kde učíte, se nachází v okrese: \*

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ Praha - východ  
☐ Praha - západ

**7. Počet obyvatel obce, kde učíte. \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ do 1 000 obyvatel
- ☐ 1 001 - 5 000 obyvatel
- ☐ 5001 - 10 000 obyvatel
- ☐ 10 001 - 50 000 obyvatel
- ☐ více než 50 000 obyvatel

**8. Kolik žáků navštěvuje Vaši školu? \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ do 100 žáků
- ☐ 100 - 300 žáků
- ☐ 301 - 500 žáků
- ☐ 501 - 700 žáků
- ☐ nad 700 žáků

**9. Typ školy, kde pracujete \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ veřejná
- ☐ soukromá
- ☐ Jiné: \_\_\_\_\_

**10. Jak dlouho působíte v učitelské praxi? \***

\_\_\_\_\_

**11. Kolik žáků máte průměrně ve třídě? \***

\_\_\_\_\_

**12. Znáte pojem badatelsky orientované vyučování? (IBSE, BOV) \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ ANO      *Přeskočte na otázku 13.*
- ☐ NE      *Přeskočte na otázku 21.*

**13. Kde jste o BOV poprvé slyšel/a? \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ při svém studiu na VŠ
- ☐ v rámci své učitelské praxe (např. od vedení)
- ☐ náhodou (internet, knihy, televize)
- ☐ cíleným vyhledáváním/zajímám se o novinky/vlastní rozvoj
- ☐ Jiné: \_\_\_\_\_

**14. Využil/a jste záměrně některé formy BOV ve výuce přírodopisu? \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ ano      *Přeskočte na otázku 15.*
- ☐ ne      *Přeskočte na otázku 16.*

## **Přínos BOV**

**15. Považujete vyučovací metody spojené s BOV za efektivní? \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ ano      *Přeskočte na otázku 17.*
- ☐ ne      *Přeskočte na otázku 18.*
- ☐ nevím      *Přeskočte na otázku 17.*

## **Přínos BOV**

**16. Chystáte se k využití BOV ve výuce? \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ ano      *Přeskočte na otázku 19.*
- ☐ ne      *Přeskočte na otázku 18.*
- ☐ nevím

## **Přínos BOV**

**17. Budete s BOV ve výuce přírodopisu pokračovat? \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ ano      *Přeskočte na otázku 19.*
- ☐ ne      *Přeskočte na otázku 18.*
- ☐ nevím      *Přeskočte na otázku 21.*

**18. Z jakého důvodu nebudete pokračovat s BOV? \***

*Zaškrtněte všechny platné možnosti.*

- ☐ je to časově náročné
- ☐ nemám BOV příliš prostudováno
- ☐ žáky to nebaví
- ☐ Jiné: \_\_\_\_\_

*Přeskočte na otázku 21.*

**19. V jakých oblastech přírodopisu jste využil/a, využíváte nebo byste využil/a BOV? \***

*Zaškrtněte všechny platné možnosti.*

- ☐ biologie člověka
- ☐ botanika
- ☐ zoologie
- ☐ geologie, ekologie, problematika životního prostředí
- ☐ Jiné: \_\_\_\_\_

**20. Zde se můžete podělit o příklad využití BOV ve Vaší výuce.**

---

---

---

---

---

## Rostlinná barviva

**21. Zmiňujete se ve výuce fyziologie rostlin o rostlinných barvivech/pigmentech? \***

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ ano *Přeskočte na otázku 23.*
- ☐ ne

**22. Z jakého důvodu se nezmiňujete o rostlinných barvivech ve výuce? \***

*Zaškrtněte všechny platné možnosti.*

- ☐ málo času
- ☐ jedná se už o příliš podrobné učivo
- ☐ nepřijde mi to důležité
- ☐ Jiné: \_\_\_\_\_

*Přeskočte na "Poděkování."*

24. Zde se můžete podělit o své nápady k výuce rostlinných pigmentů pomocí BOV

---

---

---

---

---

*Přeskočte na "Poděkování."*

## Rostlinná barviva

25. Zvažujete v budoucnu využití BOV ve výuce rostlinných barviv? \*

*Označte jen jednu elipsu.*

- ☐ ano
- ☐ ne
- ☐ možná

## Poděkování

Děkuji za vyplnění dotazníku! Mějte krásný den :-)

## **Příloha 2** *Teoretický text k úloze Chromatografie: kouzla s barvami*

### **Chromatografie**

Chromatografie je chemická metoda oddělování jednotlivých složek **směsi**.

Při chromatografickém oddělování složek je směs (barevná šťáva) rozpouštědlem (v našem případě vzlínající ethanol) pozvolna unášena po vrstvě (v našem případě papíru).

Jednotlivé složky jsou po vrstvě unášeny různou rychlostí a vážou se na podložku (papír) různě pevně. Složky se působením rozpouštědla od sebe vzdalují (dochází k jejich oddělování).

V našem experimentu použijeme papírovou chromatografii.

## **Příloha 3** *Pracovní postup k úloze Chromatografie: kouzla s barvami*

### **POSTUP**

1. Při papírové chromatografii se nejprve na proužek papíru, který je dlouhý asi 10 cm a široký asi 2 cm nakreslí **START**. Papírek se položí na výšku a asi 2 cm od okraje se na něj nakreslí vodorovná čára. **Obyčejnou tužkou a lehce!**
2. Na **START** se kapátkem nanese naše zkoumaná barevná látka a nechá se zaschnout.
3. Papír s naneseným vzorkem poté **pod dozorem vyučujícího** vloží do rozpouštědla (ethanolu) tak, aby **START** nebyl v rozpouštědle ponořen.
4. Pozorujeme.

Výsledný proužek papíru se nazývá **chromatogram**. Je to záznam chromatografie.



**Příloha 4 Ukázka vypracovaného pracovního listu k úloze: Chromatografie: kouzla s barvami**

**CHROMATOGRAFIE: KOUZLA S BARVAMI**

Skupina: Červená řepa

Zapisovač: Kačka

Mluví: Danča

Vedoucí: Denča

Vědci: Marek

**Naše hypotézy:**

1. V přírodě existují i jiné barvy než zelená
2. Chlorofyl je směs několika barvív
3. Zelená barva rostlin se skládá ze zelené a oranžové barvy
4. Barva rostlin je směs barvív (několika)

**Průběh experimentu:**

V bodech popište, co jste dělali (co, kam, jak, kdy), můžete i nakreslit.

Na papírek si nakreslíme obyčejnou tužkou startovní čáru. (Zem od spoda)  
Kapatkem na čáru kápneme jednu kapku kterou jsme roztáhli po celé  
čáře. Kapku necháme zaschnout. Do malého kelímku dáme kousek ethanolu.  
Necháme v tom papírek namočený. Chlorofyl stoupá a zbarvuje se.

**Nákres:**

Překreslete váš chromatogram a označte START a jednotlivé složky zkoumaného vzorku.



Platí naše hypotézy? (ke každé hypotéze uveďte, jestli se potvrdila)

1. Ano v přírodě existují i jiné barvy než zelená
2. Ano ale pokus se naší skupině moc nevyvedl
3. Ano ale na našich pokusech to nebylo vidět.
4. Ano

Co nového jste se dozvěděli?

Že se v laboratorích nesmí jíst a pít

Co vás nejvíce bavilo nebo překvapilo?

(Každý napíše své jméno a k tomu to, co ho na této hodině zaujalo, bavilo nebo překvapilo)

Danča → že se neučíme a děláme pokusy

Dehča → že se dozvíme nové věci

Kačka - dozvíme se co je to vlastně pokus a jak se mění a nemění barvy

Marek - že se nesmí komunicovatla raději jíst a pít v této laboratorní místnosti !!

Chtěli byste se takhle učit častěji?

Ano bylo to zajímavé

**Příloha 5** *Obrázek hortenzie k úloze Není červená jako červená*



zdroj: [www.pixabay.com](https://pixabay.com/cs/kv%C4%9Btiny-hortenzie-sun-l%C3%A9to-p%C5%99%C3%ADrody-2062232/), [staženo 2017-04-02] dostupné z: <https://pixabay.com/cs/kv%C4%9Btiny-hortenzie-sun-l%C3%A9to-p%C5%99%C3%ADrody-2062232/>

**Příloha 6** *Teoretický text k úloze Není červená jako červená*

**Karotenoidy** způsobují oranžovou, červenooranžovou až červenou barvívu rostlin.

U těchto barviv nepozorujeme výrazné změny v zabarvení rostlin, pokud je vystavíme prostředí s jinou hodnotou pH (kyselé nebo zásadité).

**Antokyany**

Růžovou, fialovou a modrou barvu rostlin způsobují barviva, které se nazývají **antokyany**. Antokyany mění svou barvu podle prostředí, kterému jsou vystaveny. V **zásaditém** prostředí se jejich barva mění na modrou a zelenou, v **kyselém** prostředí potom barvivo zesvětlá a zčervená.



## Příloha 8 Ukázka vypracovaného pracovního listu k úloze Není červená jako červená

### NENÍ ČERVENÁ JAKO ČERVENÁ

Vzorek č.1: *Antokyan*

Vzorek č.2: *Kečup*.....

Neznámý vzorek č.3

Zapisovač: *Kája*

Mluvčí: *Petra*

Vedoucí: *Jomáš*

Vědci: *Kevin + ostatní*

Jak je možné, že má hortenzie dvě různé barvy?

Zapište své nápady: *Různé druhy, různá barviva, jiná půda*

#### Průběh experimentu:

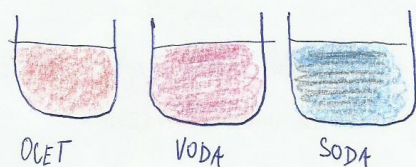
V bodech popište, co jste dělali (co, kam, jak, kdy), můžete i nakreslit.

1. Nádoby s jedlou ~~so~~ jsme zalili vodou (40-60)
2. Do 3 kalíšku u každého vzorku jsme ~~na~~ dali vodu, ocet a sodu
3. Ke kalíškům jsme vložili pH prouček - ocet - kyselá (oranžová), voda - normální, soda - zásaditá (m)
4. Do kalíšku jsme nakapali vzorek 1 a 2
5. Rozhledujeme pH

#### Nákres:

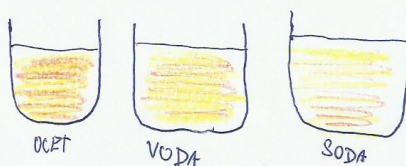
Nakreslete a popište výsledky vašeho bádání a uveďte, do které skupiny rostlinných barviv patří a proč.

vzorek č.1



0. ČAS - Antokyan

vzorek č.2



Kečup - KAROTENOIDY

**Určování neznámého vzorku č. 3....**

Podívejte se na váš vzorek a zkuste odhadnout, do které skupiny barviv patří. Svoji volbu zdůvodněte.

Antokyany

Svůj odhad ověřte experimentem, nakreslete, popište a zdůvodněte.



Mění se podle pH, změníli jsme prostředí  
- Antokyany

**Co si představíte, když se řekne pH?**

Barviva která se mění podle prostředí

**Co nového jste se dozvěděli?**

Že barviva se mění podle pH

Antokyany se ~~změní~~ mění

Karotenoidy se ~~změní~~ nemění

Ocit je kyselina, soda je zásaditá, voda je neutrální

**Co vás nejvíce bavilo nebo překvapilo?**

(Každý napíše své jméno a k tomu to, co ho na této hodině zaujalo, bavilo nebo překvapilo)

Pěťka - mění barvu

Kevin - všechno

Jonáš - nic

Kája - mění barvu

**Chtěli byste se takhle učit častěji?**

Amo